



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la
fabricación de spools revestidos, en una metal mecánica,
Independencia, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Aguirre Pacheco, Arnold Milward (ORCID: 0000-0002-2000-0097)

ASESOR:

Mg. Ramos Harada, Freddy Armando (ORCID: 0000-0002-3619-5140)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

El trabajo de investigación lo dedico a Dios por la guía que me da en todos los momentos de mi vida, a mis padres por el amor incondicional, a mi hermano por ser mi ejemplo en la vida y a mi Ángel de la guarda que ilumina mi camino.

Agradecimiento

A Dios por darme la fortaleza que necesito día a día, a mis padres por su gran apoyo en cada paso y decisión que he tomado, al Ingeniero Freddy Ramos Harada por sus enseñanzas y orientación durante cada proceso y desarrollo de mi investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2. Población, muestra y muestreo.....	27
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.4. Procedimientos.....	30
3.5. Método de análisis de datos.....	31
3.6. Aspectos Éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	97
V. DISCUSIÓN	116
VI. CONCLUSIONES.....	119
VII. RECOMENDACIONES	121
VIII. REFERENCIAS	123
IX. ANEXOS	130

Índice de Tablas

Tabla 1 - Calculo De Pareto Del Proceso De Fabricación De Spools _____	7
Tabla 2 Frecuencia - Calculo De Pareto Tabla 3 Nivel De Importancia - Calculo De Pareto	8
Tabla 4 Matriz De Operacionalización De Las Variables _____	34
Tabla 5 - Sistema P2-A De Pintura A Usar _____	50
Tabla 6 - Tiempos Tomados Para El Estudio De Mejora En La Producción De Spools – Antes De Mejora _____	59
Tabla 7 - Cálculo Numero De Muestras Mínimo De Tiempos Observados – Antes De La Mejora _____	62
Tabla 8 - Tabla Promedio Tiempo Observado Antes De Mejora _____	63
Tabla 9 - Diagrama De Actividades De Los Procesos Dap – Antes De Mejora _____	66
Tabla 10 - Actividades Que Agregan Y No Agregan Valor - Antes De Mejora _____	66
Tabla 11 - Calculo Tiempo Estandar Antes De Mejora _____	70
Tabla 12 Calculo De La Productividad – Antes De Mejora _____	71
Tabla 13 - Mejora De Actividad 3 _____	72
Tabla 14 - Mejora De Actividad 2 _____	74
Tabla 15 - Mejora De Actividad 5 _____	75
Tabla 16 - Mejora De Actividad 9 _____	75
Tabla 17 - Mejora De La Actividad 15 _____	76
Tabla 18 - Mejora De La Actividad 17 _____	76
Tabla 19 - Mejora De La Actividad 18 _____	77
Tabla 20 - Mejora De La Actividad 28 _____	78
Tabla 21 - Mejora De La Actividad 39 _____	78
Tabla 22 - Mejora De La Actividad 47 _____	78
Tabla 23 - Mejora De La Actividad 49 _____	79
Tabla 24 - Actividad Que No Agrega Valor Eliminada _____	80
Tabla 25 - Tiempos Tomados Para El Estudio De Mejora En La Producción De Spools - Despues De Mejora _____	84
Tabla 26 - Cálculo Numero De Muestras Mínimo De Tiempos Observados Con Mejora _____	87
Tabla 27 - Tabla Promedio Tiempo Observado Despues De Mejora _____	88
Tabla 28 - Diagrama De Actividades De Los Procesos Dap – Despues De Mejora _____	91
Tabla 29 - Actividades Que Agregan Y No Agregan Valor Después De Mejora _____	91
Tabla 30 - Calculo Tiempo Estandar Despues De Mejora _____	95
Tabla 31 - Tabla Calculo De La Productividad - Despues De Mejora _____	96
Tabla 32 - Indice De Actividades Que Agregan Valor (Antes Y Despues De La Mejora) _____	98
Tabla 33 - Tiempo Estadar Antes Y Despues De La Mejora _____	99
Tabla 34 - Comparativo De Eficiencia Antes Y Después _____	101
Tabla 35 - Comparación De Eficacia Antes Y Despues De La Mejora _____	103

Tabla 36 - Tabla Comparativa De Productividad Antes Y Despues De La Mejora_____	105
Tabla 37 - Prueba De Normalidad De La Hipotesis General: Productividad _____	107
Tabla 38 - Prueba T De Hipotesis General : Productividad _____	108
Tabla 39 - Correlación De Muestras Relacionadas De Hipotesis General : Productividad	108
Tabla 40 - Prueba De Muestras Relacionadas De Hipotesis General : Productividad ____	109
Tabla 41 - Prueba De Normalidad De Hipotesis Especifica 1 : Eficacia _____	110
Tabla 42 - Prueba No Parametricas De Hipotesis Especifica 1 : Eficacia _____	111
Tabla 43 - Estadisticos De Contraste De Hipotesis Especifica 1 : Eficacia _____	112
Tabla 44 - Prueba De Normalidad De Hipotesis Especifica 2: Eficiencia _____	113
Tabla 45 - Prueba No Parametricas - Estadisticos Descriptivos De La Hipotesis Especifica 2 : Eficiencia_____	114
Tabla 46 - Estadisticos De Contraste De Hipotesis Especifico 2 : Eficiencia _____	115

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura N° 1 Destinos de exportaciones del Perú sector metalmecanico</i>	<i>3</i>
<i>Figura N° 2 Principales líneas de producto exportadas area metalmecanica.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura N° 3 Diagrama de Ishikawa.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura N°4 Diagrama de pareto.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura N° 5 Tecnicas del estudio del trabajo.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura N° 6 Simbologia DOP.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura N° 7 Simbologia DAP.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura N° 8 Isometrico.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura N° 9 Plano fabricación.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura N° 10 Almacenamiento de bridas.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 11 Equipo de corte de control numérico CNC.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura N°12 Representación gráfica de ranura</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 13 Equipo de ranurado de tubería.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 14 Ranura en tuberías y codo</i>	<i>41</i>
<i>Figura N° 15 Accesorio (Tee) puesto horizontalmente a escuadra</i>	<i>41</i>
<i>Figura N° 16 Accesorio (Tee) puesto verticalmente a escuadra</i>	<i>42</i>
<i>Figura N° 17 Nivelación de brida - Spool</i>	<i>43</i>
<i>Figura N° 18 Apuntalado de spool.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura N° 19 Proceso de soldadura de spool.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura N° 20 Pegado manual del caucho.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura N° 21 Autoclaves para vulcanizado.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura N°22 Ingreso a vulcanizado</i>	<i>49</i>
<i>Figura N° 23 Camara de pintado - Spools antes de pintado</i>	<i>51</i>
<i>Figura N° 24 Camara de pintado - Spools despues de pintado</i>	<i>51</i>
<i>Figura N°25 Producto final para despacho.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura N°26 Despacho</i>	<i>52</i>
<i>Figura N° 27 Layout taller fabricación de spools</i>	<i>53</i>
<i>Figura N°28 Recorrido del proceso de fabricación en el layout.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura N° 29 Organigrama del proyecto de fabricación de Spools.....</i>	<i>55</i>

<i>Grafico N° 1 - Grafico de actividades que agregan valor TAV - Antes y Despues de la mejora.....</i>	<i>99</i>
<i>Grafico N°2 - Grafico de Tiempo estandar antes y despues de la mejora.....</i>	<i>100</i>
<i>Grafico N°3 - Eficiencia antes y despues de la mejora.....</i>	<i>101</i>
<i>Grafico N° 4 - Grafico eficiencia de lineas antes y despues de la mejora</i>	<i>102</i>
<i>Grafico N° 5 - Eficacia antes y despues de la mejora (grafico en barras)</i>	<i>103</i>
<i>Grafico N°6 - eficacia antes y despues de la mejora (Grafico lineal).....</i>	<i>104</i>
<i>Grafico N°7 - Productividad antes y despues de la mejora (grafico en barras) ..</i>	<i>105</i>
<i>Grafico N° 8 - Productividad antes y despues de la mejora (Grafico lineal)</i>	<i>106</i>

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo incrementar la productividad en la fabricación de spools de tuberías revestidas interiormente en taller ubicado en la zona Norte Lima, en el distrito de Independencia. El desarrollo de la tesis se hizo basada en una investigación descriptiva y aplicativa. El diseño de la investigación fue experimental y según su nivel es hipotético-deductivo porque se establece hipótesis para verificarlas y luego realizar las conclusiones y finalmente por su alcance la tesis fue longitudinal, cuantitativa. El taller fue contratado para fabricar spools de tuberías que serán enviados al proyecto Quellaveco al sur del Perú, en el departamento de Moquegua, se aplicó las técnicas de ingeniería de métodos con inicio de entrevistas al personal que ejecuta la labor de producción, así como a supervisores y jefes, además se observó el proceso productivo, todo esto nos permitió identificar los problemas como demoras, interferencias, malas prácticas, procedimientos inadecuados y/o errores en el proceso de fabricación. El resultado de estas entrevistas y observaciones fueron plasmadas en el diagrama de Ishikawa y gráfico de Pareto, se continuó el trabajo de forma experimental recolectando información mediante la técnica de observación y con registros de medición de tiempo de cada actividad, la medición de tiempo y producción fue diaria, por un periodo de 26 días, estas mediciones evidenciaron los problemas identificados en los diagramas de Ishikawa y Pareto. Aplicando las técnicas de ingeniería de métodos se determinaron las actividades que no agregan valor, se identificaron traslados, tiempos de espera. Se calculó el tiempo estándar de cada actividad y del proceso, obteniendo la eficiencia, eficacia y productividad. Mediante la ingeniería de métodos se mejoró el proceso y tiempos de las actividades, se calculó el nuevo tiempo estándar y luego se hizo la comparación de las dimensiones de eficiencia y eficacia antes y después de mejoras resultando en el incremento de la productividad. Se mejoró la eficacia de 72% a 81%, la eficiencia de 73% a 88% y productividad de 53% a 71%.

Palabras clave: Productividad, Ingeniería de Métodos, Tiempos, efectividad y eficiencia.

ABSTRACT

The objective of this present work is to increase productivity in the manufacture of internally lined pipe spools in a workshop located in the North of Lima, in 'Independencia' area. The development of the thesis was based on descriptive and applicative research. The research design was experimental and according to its level it is hypothetical-deductive because hypotheses are established to verify them and then make the conclusions and finally, due to its scope, the thesis was longitudinal, quantitative. The workshop was contracted to manufacture pipe spools that will be sent to the Quellaveco project in southern Peru, in the department of Moquegua. Methods engineering techniques were applied with the beginning of interviews with the personnel that executes the production work, as well as supervisors and bosses, in addition, the production process was observed and this allowed us to identify problems such as delays, interferences, bad practices, improper procedures and / or errors in the manufacturing process, the results of these interviews and observations were reflected in the Ishikawa diagram and Pareto chart. The work was continued experimentally collecting information through the observation technique and with time measurement records of each activity, the measurement of time and production was daily for a period of 26 days, these measurements evidenced the problems identified in the diagrams of Ishikawa and Pareto. Applying method engineering techniques, activities that do not add value were determined, movements and waiting times were identified. The standard time of each activity and of the process was calculated, obtaining the efficiency, effectiveness and productivity. Through method engineering, the process and activity times were improved, new standard time was calculated and the efficiency and effectiveness dimensions were compared before and after improvements, resulting in increased productivity. Efficiency was improved from 72% to 81%, effectiveness from 73% to 88%, and productivity from 53% to 71%.

Keywords: Productivity, Methods Engineering, Times, effectiveness and efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática:**Realidad Internacional:**

Actualmente, en la industria metalmecánica global está ocurriendo un proceso de concientización y valoración de los recursos y de las obligaciones ambientales. China, por ejemplo, ha creado regulaciones estrictas para la actividad de importación de chatarra. Esta era originalmente adquirida en grandes cantidades en las costas de EE. UU. y en parte de Europa. Con esto, el país asiático busca incrementar el consumo y reciclaje interno. Este es un fenómeno que ha afectado a nivel mundial (ya que muchos países han optado por el proteccionismo comercial), la oferta de materiales con respecto a la alta demanda que se ha generado, durante y post pandemia.

Actualmente en Europa las empresas metalmecánicas se encuentran estudiando oportunidades de inversión y crecimiento, mediante la adquisición de equipos y estableciendo patrones de calidad, para el logro de una mayor producción.

En Latinoamérica hablando específicamente de Sudamérica el mayor problema son las mypes metalmecánicas donde no se aplica o en el mejor de los casos se aplica de manera no tan estricta ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la empresa, siendo la escasa gestión estratégica, la producción artesanal, la informalidad y sumado al incumplimiento de normas que afectan directamente a la calidad y productividad; a partir de esto se apunta que para mejorar muchas mypes están estableciendo un modelo de gestión y un instrumento metodológico estratégico sumado a la capacitación y aplicación de ingeniería de métodos que permitan contrarrestar lo indicado e incrementar el desempeño competitivo y productivo con responsabilidad social y ambiental.

EL sector metalmecánico está directamente relacionado con otras industrias, ya que este los provee de bienes intermedios y finales ya sea a industrias tales como minera, automotriz, manufacturera, agrícola, etc. Es por esta razón que el sector metalmecánico en los países de desarrollados industrialmente es de primer nivel.

El sector metalmecánica cubre todo lo relacionado con la manufactura metálica desde la obtención luego la transformación para la producción de alambres, placas y láminas para que luego puedan ser procesadas y sean materiales para la producir

algún producto como lavadoras, computadoras, etc. y también para producir productos para diferentes sectores como el industrial ya sea hornos industriales, calderas, etc.

Por ello no solo se toma a las metalmecánicas como un crecimiento económico sino también por su sustentabilidad a largo plazo y de esta manera que sea un área para el desarrollo de la sociedad.

Podemos nombrar entre los países que tienen el sector metalmecánica más desarrollados a China, Japón, Estados Unidos, España, Alemania. La Mayoría de estos países tienen alrededor del mundo filiales que les proveen de maquinarias y así contribuir a su tecnología y desarrollo.

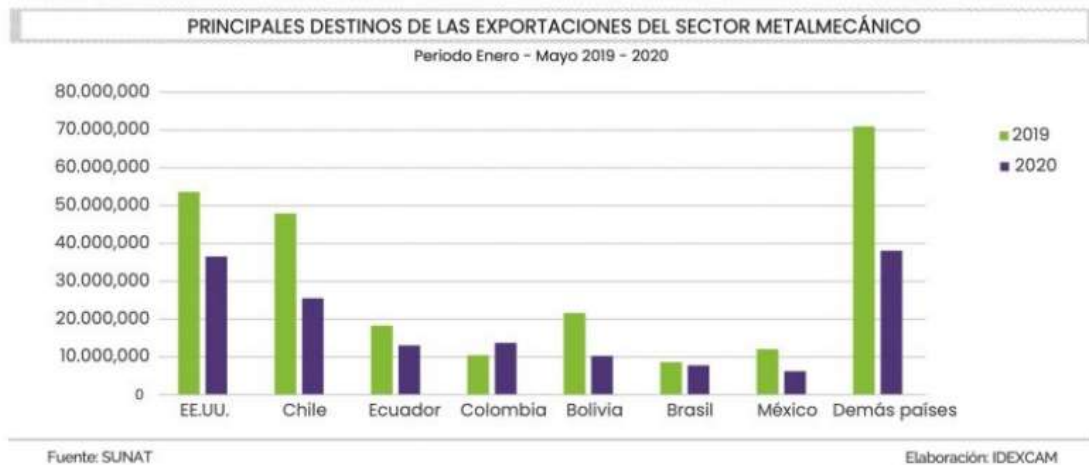


Figura N° 1 Destinos de exportaciones del Perú sector metalmecanico

Fuente: Sunat

Realidad Nacional:

En el Perú hay más de 167 mil empresas de metalmecánica registradas de las cuales el 94% son pymes, pero solo el 18.5% de ellas utilizaba algún estándar de calidad o norma técnica para su producción de bienes y servicios, según datos del Ministerio de la Producción.

Dentro de las empresas que cumplen una buena gestión empresarial en metalmecánica a nivel nacional y que es líder en ingeniería y manufactura que cuenta con los procedimientos óptimos, estándares de calidad y norma técnica para la producción es la empresa FIMA que en una de sus especialidades está el taller de spools que se adapta a los estándares de cada proyecto y supervisa cada etapa del proceso, desde la recepción de materiales hasta la liberación final para el despacho y entrega de cada spool. La Empresa FIMA está en constante mejora continua y también actualmente practican el Benchmarking que es una técnica o herramienta de gestión que consiste en tomar como referencia los mejores aspectos o prácticas de otras empresas, ya sean competidoras directas o pertenecientes a otro sector en este caso la empresa FIMA esta tomando prácticas y mejoras de empresas Metalmecánica de Europa.

Frente a la situación de que la mayor parte de empresas metalmecánica a nivel nacional son mypes que no cuenta con estándares de calidad y norma técnica y como una medida para la reactivación económica -ante la crisis sanitaria- el ministro del sector, Jose Luis Chicoma, adelantó que ese ministerio está diseñando varias iniciativas para potenciar a la metalmecánica del país.

Al revisar las exportaciones del sector metalmecanica al mes de Junio del 2020 según las SUNAT estas disminuyeron en un total de 37.6% esto hace que los empresarios del sector tomen medidas urgentes para recuperar esa disminución. Este sector es muy importante en la industria Peruana ya que se utiliza gran cantidad de mano de obra y de esta manera aperturando constantemente nuevos puestos de trabajo en el sector.

El Perú regularmente antes del inicio de la pandemia del covid 19 exportaba alrededor del 74% a sus principales clientes que son los países vecinos como Bolivia, México, Colombia, Brasil, Ecuador, Chile y los Estados Unidos.

Exportaciones en los países ya mencionados: La exportación a Chile cayó en 42%, a Mexico cayó 55%, a Estados Unidos cayó 32%, a Brasil cayó 8%, a Ecuador cayó 24%, a Bolivia cayó 52% y los demás países cayó en un 45%

Todos los subsectores de las metalmeccanica han disminuido su exportación por efecto del covid desde noviembre de 2019 y hasta el momento son malas las cifras en la industria en general.

Revisando los datos de la SUNAT observamos que las empresas exportadoras del sector han disminuido un 25% menos entre el año 2019 y 2020

Debido a ello es urgente una reingeniería en el sector para adecuarse a la nuestras nueva realidad mundial.

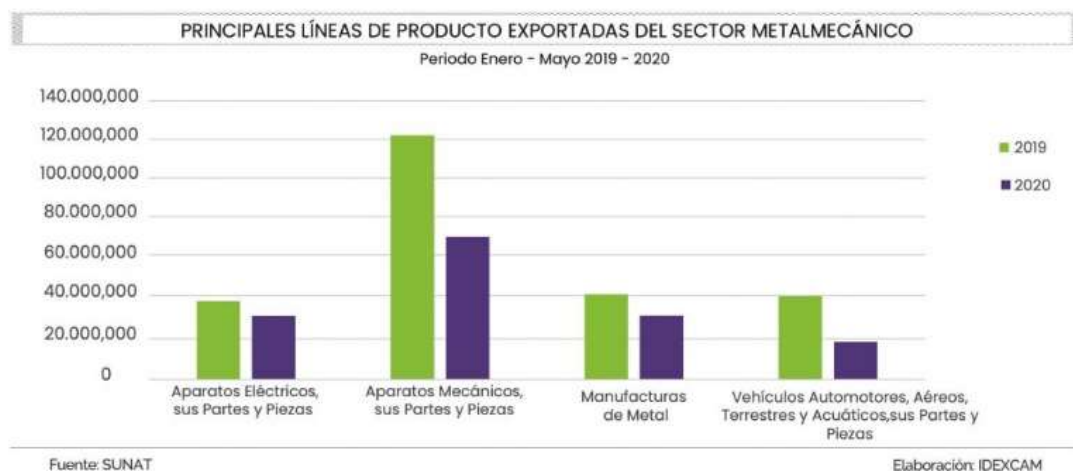


Figura N° 2 Principales líneas de producto exportadas área metalmeccanica

Fuente: Sunat

Realidad Local: La metalmecánica en estudio pertenece a un grupo de industria, con presencia en todo el mundo y bastante más de 40 años de creación en la producción de compuestos, productos y trabajos integrales a partir de caucho y otros polímeros. Hoy en día la metalmecánica abastece con productos de alta definición al área minero, pesquero, edificaciones, transporte e industrial generalmente con operaciones productivas en Perú, Chile, Australia y México. Los productos fabricados por el grupo se exportan a bastante más de veinte países en 4 continentes cumpliendo con los más altos estándares de calidad, seguridad y sin producir ningún resto contaminante. Actualmente se dedica a la fabricación de spools, molinos, liner, mallas modulares y tensadas de poliuretano, celdas de flotación, mangueras de caucho para múltiples aplicaciones, accesorios para fajas y bombas e hidrociclones. La empresa en investigación fue contratada por una transnacional para la fabricación específica de spools-tuberías revestidas para un proyecto minero que se está ejecutando en sur del país y analizando la producción de los spools se puede observar que se puede incrementar la productividad debido que en el proceso de fabricación se observan ciclos repetitivos, actividades innecesarias, bajo control y burocracia.

Sabemos que en todo rubro la atención al cliente con eficiencia y eficacia es muy importante por tal motivo vemos que el objetivo principal es mejorar el proceso de fabricación de spools para incrementar la productividad y de esta manera asegurar un mejor servicio al cliente atendiendo sus pedidos en menor tiempo, eliminando los ciclos repetitivos tanto como las actividades innecesarias y optimizando los recursos. Para la mejora en la productividad y satisfacción del cliente la metalmecánica en investigación tiene en constante capacitación a sus trabajadores del taller en cursos y charlas de mejora continua, prevención e ingeniería de métodos para que puedan ser aplicadas en el trabajo diario estas capacitaciones se dan en instituciones locales como Tecsup y senati.

En la siguiente figura N° 3 se muestra el diagrama de Ishikawa, donde se puede observar 10 problemas que ocasionan la baja productividad en la fabricación de spools.

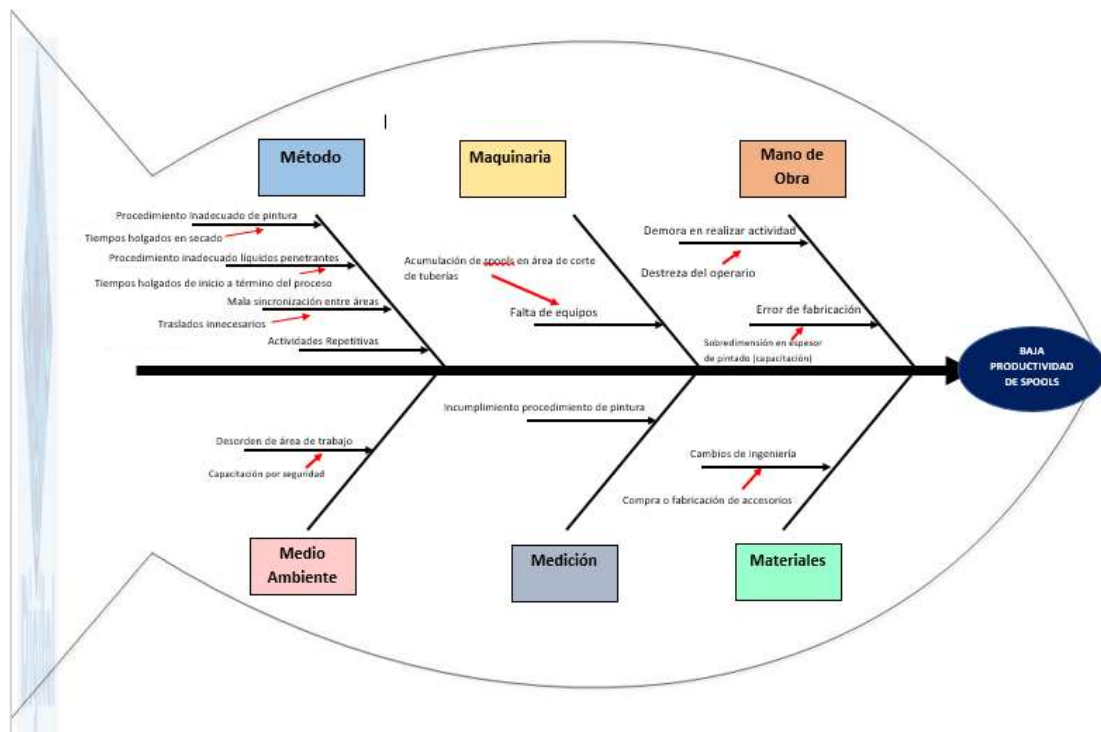


Figura N° 3 Diagrama de Ishikawa

LAS 6M	PROBLEMA	FRECUENCIA	NIVEL DE IMPORTANCIA	FRECUENCIA X IMPORTANCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADO
Método	Procedimiento inadecuado de pintura	5	10	50	50	23%	23%
Método	Procedimiento inadecuado líquidos penetrantes	5	9	45	95	20%	43%
Maquinaria	Falta de equipos	5	8	40	135	18%	61%
Método	Actividades Repetitivas	4	7	28	163	13%	74%
Método	Mala sincronización entre áreas	3	6	18	181	8%	82%
Medición	Incumplimiento procedimiento de pintura	3	5	15	196	7%	89%
Medio ambiente	Desorden de área de trabajo	3	4	12	208	5%	95%
Mano de Obra	Error de Fabricación	2	3	6	214	3%	97%
Mano de Obra	Demora en realizar actividad	2	2	4	218	2%	99%
Materiales	Cambio de ingeniería	2	1	2	220	1%	100%
				220			

Tabla 1 - Calculo de pareto del proceso de fabricación de spools

Donde:

	Frecuencia
1	Nunca.
2	Casi nunca.
3	De vez en cuando.
4	Frecuentemente
5	Siempre.

NIVEL DE IMPORTANCIA
Se enumera del 1 al 10, interpretando que 1 indica de menor prioridad y 10 de mayor prioridad

Tabla 2 Frecuencia - cálculo de Pareto Tabla 3 Nivel de importancia - cálculo de pareto

De la tabla de cálculo de Pareto del proceso de fabricación de spools debemos decir que la frecuencia y el nivel de prioridad o importancia fueron calificadas a criterio personal haciendo observación de todas las actividades del proceso de fabricación y de las preguntas que se les hicieron a los empleados sobre los problemas más cotidianos y/o frecuentes. Para darle valor a la frecuencia se colocó los valores del 1 al 5, donde 1 se refiere como un problema nunca presente y 5 como un problema que siempre se ocurre. En cuanto al nivel de prioridad o importancia se enumeró del 1 al 9 los problemas donde el valor de 9 se considera al de mayor prioridad y 1 al de menor prioridad. Luego de eso multiplicamos el nivel de importancia y la frecuencia lo cual todos estos datos nos permitirán elaborar el diagrama de Pareto que lo mostramos a continuación:

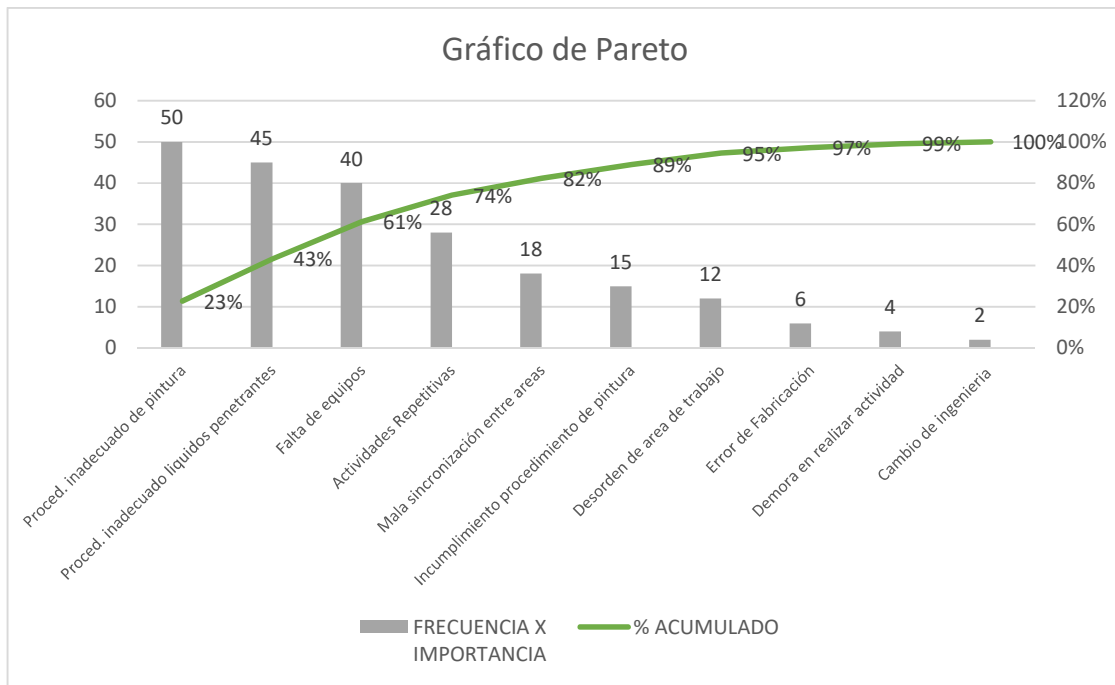


Figura N°4 Diagrama de pareto

Analizando el diagrama de Pareto vemos donde se concentra el 80% y este caso sería un 74% esto quiere decir que en el 74% se encuentran las causas principales de la baja productividad en este caso: Actividades repetitivas, falta de equipos, procedimiento inadecuado de líquidos penetrantes y procedimiento inadecuado de pintura.

Luego de describir todo lo anterior llegamos a la conclusión que nuestro título de investigación será: Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

Formulación del problema: Dentro del problema general encontramos. Problema General ¿Cómo la Ingeniería de Métodos incrementará la productividad de la fabricación de spools revestidos, en una metal mecánica, Independencia, 2021? ;

Problema específico 1: ¿Cómo la Ingeniería de Métodos incrementara el cumplimiento de metas de la fabricación de spools revestidos en una metal mecánica, Independencia, 2021? ; Como **segundo problema específico** ¿Cómo

la Ingeniería de Métodos incrementará la optimización de recursos en la fabricación de spools revestidos en una metal mecánica, Independencia, 2021?

Justificación del estudio: Actualmente en el Perú existen más de 167 mil empresas de Metalmecánica registradas de las cuales el 94% son mypes, pero solo el 18.5% de ellas utilizaba algún estándar de calidad o norma técnica para su producción de bienes y servicios, esto según datos del Ministerio de la Producción y debido a la alta demanda de proyectos de gran envergadura en el sector minero, construcción, industrial, etc. Las empresas metalmecánicas están en una constante competitividad. Es por ello que la presente investigación se da debido a una necesidad de incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, de esta manera lograr la eficacia y la eficiencia en la fabricación y de esta manera satisfacer las necesidades del sector minero y de nuestros actuales y futuros clientes.

La presente investigación tiene como **Justificación teórica** que la Ingeniería de Métodos busca conocer la problemática actual de la empresa para así eliminar actividades innecesarias y reprocesos, estandarizar formatos, reducir tiempos y de esa manera mejorar productividad en la fabricación de spools revestidos y brindar un óptimo y adecuado servicio al cliente. **La justificación social** es integrar a todos los trabajadores de la Metalmecánica del área de fabricación de spools revestidos, de tal manera que conozcan todas las actividades que se tienen que realizar desde la recepción de los materiales hasta el despacho del producto final y puedan cumplir con sus funciones adecuadamente y como **Justificación económica** busca incrementar la productividad de la fabricación de spools revestidos aplicando la Ingeniería de Métodos, que finalmente este será representado en dinero.

Hipótesis General: La implementación de Ingeniería de Métodos incrementa la productividad de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia, 2021. **Específica 1:** La implementación de Ingeniería de Métodos incrementa el cumplimiento de metas de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia, 2021. **Específica 2:** La implementación de Ingeniería de Métodos incrementa la optimización de recursos en la fabricación de spools revestidos de una Metalmecánica, Independencia, 2021.

Objetivos: General: Determinar como la implementación de Ingeniería de Métodos incrementa la productividad de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia, 2021. **Especifica 1:** Determinar como la implementación de Ingeniería de Métodos incrementa el cumplimiento de metas de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia, 2021. **Especifica 2:** Determinar como la implementación de Ingeniería de Métodos incrementa la optimización de recursos en la fabricación de spools revestidos de una Metalmecánica, Independencia, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos Previos

Antecedentes Nacionales

Vela García (2019), en su tesis “Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético”; tuvo como objetivo hacer una propuesta para mejoras en la línea de producción del laboratorio cosmético aplicando la ingeniería de métodos. Este estudio de investigación científico fue con enfoque cuantitativo. Fue con diseño experimental y aplicativa. En cuanto a la población de la investigación fue el lote de producción entre el mes de enero de 2017 a diciembre de 2017 con un total de 70 lotes y también el lote de enero de 2018 a junio de 2018, esto en número fue un total de 160 lotes, la muestra fueron los documentos de todas las transacciones del sector de producción y esto fueron entre las fechas de enero a junio del año 2018. En la recolección de datos se hizo mediante la observación directa y el estudio exhaustivo analizando los documentos del área contabilidad. Al aplicar la ingeniería de métodos se tuvo una mejora de 26.5% en la mejora de tiempo de envasado y en tiempo de ciclo de fabricación y también una disminución en el registro de horas extras no planificadas de 9.49% a 5.59%, de esta manera logrando el objetivo trazado en la tesis que fue la disminución de desperdicios.

Vásquez (2019), en su tesis “Aplicación de Ingeniería de Métodos y su relación con la productividad de la línea de tanques de la empresa Head leaching consulting SAC periodo 2011-2012”, tuvo como objetivo hallar la relación que hay en la aplicación de ingeniería de métodos con la productividad en la línea de tanques con el fin de determinar la ideal aplicación de ingeniería de métodos y por consiguiente lograr la mejora de la productividad en la fabricación de tanques. Esta tesis fue elaborada basada en un modelo aplicado y la investigación fue experimental, para el estudio se tomó como población la productividad anual en la fabricación de la línea de tanques esto en el periodo del año 2011 al año 2012. Para el muestreo podemos decir que este fue por conveniencia y no probabilística. La recolección de datos fue a través de observación directa ya sean listados, registros y documentos que fueron analizados y finalizando que aplicando la ingeniería de

métodos se relaciona con la productividad de la línea de tanques de manera significativa.

Astuhuaman (2018), en su tesis “Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el proceso de producción en una fábrica de sanitarios”; la tesis tuvo como objetivo realizar una propuesta para incrementar en gran medida la eficiencia en la empresa específicamente de la línea one piece por medio la capacitación interna y la aplicación de la ingeniería de métodos. La tesis consta del marco teorico, para luego desarrollar la descripción del hacer proceso. A continuación se procedio a hacer un análisis y diagnosticar cual era la situación de la empresa. Se hizo el diagrama causa – efecto para posteriormente implementar las mejoras. Finalmente se logra incrementar la productividad y de los procesos y también gestionar de manera optima los recursos de tiene la empresa.

Asalde (2017), en su tesis “MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA Y PASTERÍA RICOPAN S.R.L.”; tuvo como objetivo incrementar la producción realizando mejoras en el proceso productivo en la empresa, para ello se realizo un análisis para posteriormente hacer un diagnostico de la empresa y se llegó a la conclusión de que había una demanda insatisfecha del 29% esto al año 2014 y que el pan Frances es el 18.2% de la producción total de la panadería y pastelería. Se hizo un análisis para saber cuáles eran las causas de la demanda insatisfecha y llegando a la conclusión de que la razón principal era la baja capacidad de los equipos que se utilizaban y para solucionar el problema de sugirió la compra de maquinaria que tenga una mayor capacidad, también se elaboró un nuevo diseño del interior de la empresa para que sea más fluido el proceso de producción. Luego de aplicar la propuesta se tuvo un incremento de 25% en la capacidad y un incremento de la eficiencia económica de 50% a 80%.

Vasquez Galvez (2017), en su tesis “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos”;

tuvo como objetivo de controlar la fluidez del proceso productivo en la empresa por medio de la aplicación de las herramientas de la ingeniería de métodos y de esta manera poder estandarizar los métodos en la confección sartorial. Esta tesis tuvo como población la producción del año 2015 y la muestra fue la producción de los meses de enero y abril del mismo año, se llegaron a observar 137 actividades las que forman parte del proceso productivo. La recolección de datos fue por cronometro con técnica de observación directa hallando un tiempo estándar de 306min. Posteriormente se halló la capacidad de producción disponible que fue 122 sacos al mes, la eficacia de 88% y eficiencia del proceso de 80%. Al finalizar la tesis se llegó a la conclusión que se mejora la productividad en un 27% y que la producción comparado con el año anterior mejora en un 21%.

Antecedentes Internacionales

Andres Suarez (2020), en su tesis “ESTUDIO DE MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO PARA EL DIAGNÓSTICO DE PRODUCTIVIDAD EN EL LABORATORIO ALPHA METROLOGÍA S.A.S”; La tesis tuvo como objetivo elaborar un estudio de tiempos y métodos para aplicar en las fases de calibración de la magnitud de temperatura, pesas , la humedad relativa , ingresos y la facturación en la empresa en investigación “ Alpha metrología S.A.S.” y de esta manera se generó un diagnóstico de la productividad para las áreas en análisis. Luego se halló los flujogramas y el valor del tiempo estándar de los procesos, posteriormente se planteó las propuestas de mejora que permitieron el incremento de la productividad y finalmente se elaboró un análisis de costos de la producción generados para los procesos evaluados.

Jose Yuqui (2016), en su tesis “ESTUDIO DE PROCESOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ENSAMBLE DEL MODELO GOLDEN EN CARROCERIAS MEGABUSS”; Tuvo como objetivo desarrollar un estudio de tiempos, procesos y movimientos para incrementar la productividad de la planta de la empresa en el área de ensamble en las carrocerías Megabuss , esta investigación fue con diseño de estudio de campo

y de estudio descriptiva – aplicada. Para la investigación se tomó la población de 44 trabajadores que realizaron sus actividades realizando la técnica de observación directa en cuanto a su performance en el uso de los equipos y los tiempos del proceso, al análisis de las actividades se identificó todas actividades y operaciones que forman parte del proceso productivo y observar que mejoras se debía hacer. Al aplicar el estudio de tiempos, procesos y movimientos logró incrementar la productividad en la empresa y la disminución de todos los tiempos improductivos y demoras que se presentaron. Finalmente luego de solucionar el retrabajo y tiempos improductivos se llegó al objetivo de incrementar la productividad de la empresa.

Gilly Villacreses (2018), en su proyecto de investigación “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE GUAYUSA ECOCAMPO”; Tuvo como objetivo elaborar un estudio de movimientos y tiempos para incrementar la fase productiva de la empresa. El nivel de la investigación fue descriptiva con un enfoque cuantitativo. La técnica de medición fue por observación científica así logrando obtener los datos para el estudio. En base de los registros de datos se concluyó con un diagnóstico del proceso productivo de la empresa, para posteriormente desarrollar, proponer y aplicar el estudio de movimientos y tiempos para la incrementar la producción. Luego de aplicar el estudio de tiempos y movimientos se elaboró una comparación de los registros de datos la de la empresa sin y con las mejoras y se concluyó que se mejoró los procesos productivos de la empresa.

Jaffrey, 2017. Productivity and efficiency are found using the results of the simulation that came from the statistics of work, machine and production.

Gnanavel, 2017. The release in the sector where the bottleneck is found will significantly increase productivity. From this it is deduced that the application of engineering methods to improve efficiency and effectiveness, being reflected in productivity and also through the six sigma approach, the quality of processes can be improved.

Myronenko, 2012. The new paradigm of NNP productivity is designed to obtain better results in productivity and quality compared to a traditional production approach. In the same way, it achieves benefits in being more flexible and obtaining shorter delivery times, many advantages in the global environment that is very competitive

Teorias relacionadas

Para su mayor comprensión de la investigación a desarrollar definiremos los siguientes conceptos:

Variable Independiente:

Ingeniería de Métodos

Según Oscar Vasquez Gervasi (2010, pag. 2) , nos define a la ingeniería de métodos como el grupo de procesos sistemáticos de operaciones de las que una empresa cuenta para implementar mejoras que simplifiquen la ejecución del trabajo y que de esta manera sea en un tiempo menor posible y con el menos costo por producción, con el fin de que haya un incremento en las utilidades de la empresa.

Según Freddy Duran (2007 , pagina 1-2) nos define a la ingeniería de métodos como las herramientas de la ingeniería industrial y que con su aplicación hace un análisis minucioso para detectar actividades innecesarias y que estas sean eliminadas y de las actividades que sean necesarias obtener la mas rápida y mejor modo de ejecutarlas.

Según Niebel y Andris (2009) nos definen que la ingeniería de métodos consta de incluir desde la elaboración de un proyecto, luego la creación y la elección de ingeniera de métodos que den mejoras en el proceso, equipos, fabricación, herramientas y todas las destrezas para crear algún producto con las debidas especificaciones de ingenieria que tiene el área de cualquier producto. (p. 2).

Dimensiones de la Ingeniería de Métodos

Según Kanawaty (1996 , pag. 19-20) nos define que el estudio del trabajo agrupa varios procedimientos del estudio de métodos y calculo del trabajo y estos se relacionan entre si. En conclusión nos da a conocer la medición del trabajo y los procedimientos del estudio de métodos.

Estudio de Métodos

Segun Criollo Garcia (2015, Pag. 33) .Actualmente los incrementos de productividad se debe en asociar de manera correcta los materiales, los recursos económicos y humanos. Teniendo presente que en todo proceso siempre hay mejores maneras de solución . Todo estas mejoras se logra por medio de los lineamientos de estudio de métodos.

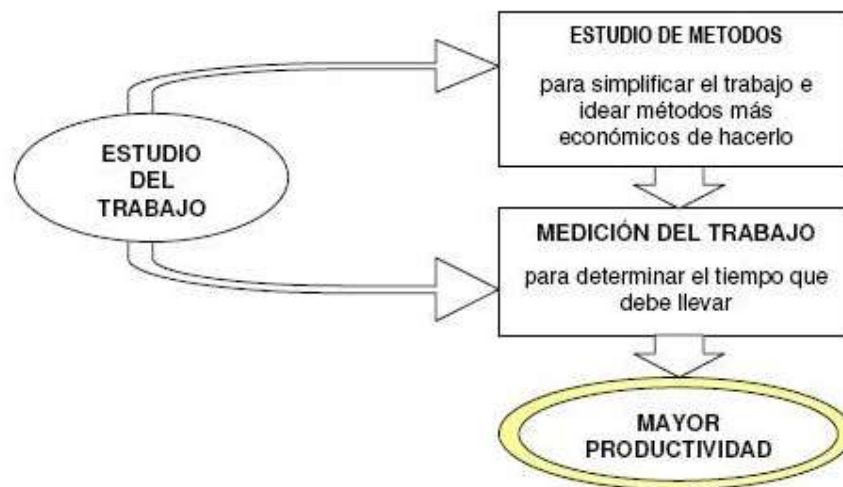


Figura N° 5 Tecnicas del estudio del trabajo

Fuente: Kanawaty

Herramientas del Estudio de Métodos

1. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

Según Oscar Vasquez Gervasi (2010, pag. 41) . nos evidencia la sucesión cronológica de todas las inspecciones , operaciones , tolerancias y los materiales empleados en un producción de un proceso de manufactura , desde el momento de llegada de los insumos hasta el empaquetado del producto terminado

Uso:

- Nos representa con el ingreso de los componentes al ensamble principal, nos da a conocer los detalles de la manufactura y detalles del negocio.
- Aporta al investigador observar el método actual con todas las características para que este evalúe aplicar unos mejores métodos por elaborar
- Ayuda al investigador que variación hay en el cambio de una operación dadas en operaciones antes y después.
- El DOP nos indica de manera general todo el proceso de una actividad esto por medio de símbolos: un cuadrado simboliza inspección y un círculo simboliza una operación y ambos combinados simboliza una operación e inspección a la vez. Como se muestra en la siguiente figura:



SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	OPERACION	Se usa cuando se modifican intencionalmente las características físicas de la pieza a confeccionar. Es decir, ocurre cuando una pieza de la prenda está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Ejemplos: operaciones de pre ensamble y ensamble, tiempo de espera de una operación a otra, un cambio en un proceso, planchar, fusionar una pieza con otra, estampar, etc.
	INSPECCIÓN	Se usa cuando se examina un objeto para identificarlo o cuando se verifica la calidad o cantidad de cualquier de sus características. Es decir, ocurre cuando una prenda o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características. Ejemplos: Revisar que las costuras estén centradas, que las costuras coincidan una con otra, que el planchado sea correcto, etc.
	OPERACIÓN COMBINADA	Se usa cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.

Figura N° 6 Simbología DOP

Fuente: Kanawati

2. Diagrama de actividades del proceso (DAP)

Según Gervasi Vasquez (2010 , pag. 50) el DAP nos indica todo el recorrido que realiza un producto haciendo referencia a todos actos que están sujetos a un análisis y son representados mediante un símbolo correspondiente del diagrama. Es una figura en la cual se representa por simbolos todas las actividades detalladas que se realiza para la obtención de un producto.

Uso:

- Para poder tener documentado todas las tareas actividades hechas ya sea por una maquina o persona necesitamos tenerlas impresas en un papel
- Su uso es necesario para determinar las actividades que son innecesarias y/o ineficientes tales como retrasos, distancias largas, costos innecesarios,etc.

- Su presentación se da por medio de símbolos que nos indican el recorrido del material en acciones como son operación, inspección, transporte, demoras y almacen en la cual los veremos en la siguiente figura:







	Operación: significa que se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto, ya sea por medios físicos, mecánicos o químicos, o la combinación de cualquiera de los tres.
	Transporte: Es la acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.
	Demora: Se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la actividad correspondiente. En otras ocasiones, el propio proceso exige una demora.
	Almacenamiento: Tanto de materia prima, de producto en proceso o de producto terminado.
	Inspección: Es la acción de controlar que se efectué correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.
	Operación Combinada: Ocurre cuando se efectúan simultáneamente dos de las acciones mencionadas

Figura N° 7 Simbología DAP

Indicador de estudio de métodos

Según Summers (2002, pág. 222) elimina las tareas que no agregan valor al proceso, mide el total de número de actividades menos las actividades que no añaden valor para luego dividir las entre el total de actividades del proceso.

$$\text{TAV} = ((\text{TT} - \text{TNP}) / \text{TT}) * 100$$

Donde:

TAV= Índice de tareas que añaden/agregan valor

TT= El total de tareas

TNP= Actividades que no añaden/no agregan valor

Estudio de Tiempos

Según Nievel (2014, pág. 327) el estudio de tiempos es un método que evalúa las actividades del empleado para posteriormente hallar un método de trabajo que logre determinar tiempos para la ejecución de actividades y obtener el rendimiento del trabajador.

según Kanawaty (2014), la ejecución de estudio de tiempos en una actividad es un método de medición de trabajo realizada para obtener los tiempos como también los ritmos de trabajo de las actividades del proceso productivo en estudio, aplicada en variedad de condiciones, para poder analizar la información ya recolectada con la finalidad de hallar el tiempo óptimo para ejecutar una tarea (p. 273).

Tiempo del reloj (TR)

Según Kanawati (2010, pág. 254) Nos indica que el tiempo del reloj es el tiempo que el operario o persona está realizando en la ejecución de la actividad medida, el cual se mide con reloj(cronometro) .No se miden y/o cuentan los tiempos en las paradas que hace el operario en referencia a sus necesidades en el trabajo

Tiempo Normal (TN)

Según García (2012, pág. 224) Nos indica que el tiempo normal es el tiempo del reloj en el que un operario realiza una actividad esto a un ritmo normal y está determinado por el factor de ritmo por el tiempo del reloj.

$$TN= TM \times FV$$

Donde:

TN: Tiempo normal

TM: Tiempo medio

FV: Factor de valoración

Factor de valoración

Tiempo Estándar (TR)

Según García (2014, pág. 179) comenta que es el patrón que mide el tiempo solicitado a una unidad de trabajo, a través del empleo de un operario que tiene la habilidad y que maneja una constante regularidad sin demostrar fatiga.

Nos indica que es el tiempo que emplea un operario con la habilidad necesaria y que tiene una regularidad homogénea sin muestra de fatiga. Esta definida con la siguiente formula:

$$TE=TN*(1+S)$$

Andris y Niebel (2009), nos indica que la Σ de los tiempos nos da el tiempo estándar para posteriormente sea evaluado en minutos por unidad, esta medición se realiza por medio de un aparato llamado cronometro en valor numérico decimal, o también en unidades/hora, si se hace de cronómetro este tiene que tener unidades de décimas de hora (p. 345).

Los Suplementos de Trabajo (TS)

Según García (2012, pág. 224) nos indica que el TS es el tiempo que se otorga al empleado para subsanar las demoras o retrasos. Indispensable tener en cuenta las necesidades básicas, también las fatigas .

Variable dependiente:**Productividad:**

Según Oscar Vasquez (2010, pag.16) la productividad es el nivel de rendimiento con el que se utiliza los recursos disponibles que se tiene para lograr los objetivos pre establecidos. Es alcanzar los optimos y mejores resultados del proceso tomando en cuenta los recursos y se llega a conseguir del cociente de unidades vendidas(resultados) y el tiempo empleado(total).

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \text{EFICIENCIA} \times \text{EFICACIA}$$

Componentes de la Productividad**Eficiencia**

Según Gutierrez (2014, pág. 20) Nos indica que la eficiencia es obtener resultados ya planificados con vision de lograr un objetivo optimizando los recursos empleados, esto nos da un seguro analisis en miras al cumplimiento con la eficacia de cumplir logros o objetivos.

Eficacia

Según Gutierrez (2014, pág. 20) nos indica que la eficacia es la capacidad de obtener los objetivos pre determinados a nivel de lo planteado.

Productividad de factor total

La productividad total nos da a conocer el uso de los factores que intervienen en un proceso teniendo presente el valor de estos producido durante un tiempo determinado

$$\text{Productividad Parcial} = (\text{Producción neta}) / (\text{Mano de Obra} + \text{Capital} + \text{Energía})$$

Productividad Parcial

Es la productividad entre la cantidad producida total y un solo tipo de insumo. Existe productividad de maquinaria, energía , mano de obra , materiales, etc.

$$\text{Productividad Parcial} = \text{Producción Total} / \text{Insumos}$$

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Para el desarrollo de la tesis se utilizó una **investigación descriptiva y aplicada**. Debido a que se hace uso de la teoría de Ingeniería de Métodos en el proceso de fabricación de spools con el objetivo de lograr el aumento de la productividad en la empresa investigada. **El diseño de nuestra investigación es experimental** porque lo planificamos y al menos manipularemos una de las variables para luego ver qué efectos produce en nuestra variable dependiente. El diseño según su **nivel es hipotético-deductivo** porque se encarga de tomar premisas, establecer hipótesis, verificarlas y posteriormente realizar las conclusiones de los hechos. Los investigadores que utilizan esta metodología debe guiarse en un camino que nos lleve a solucionar un problema. Por lo que se plantea una hipótesis, luego se comprueba, para llegar finalmente a obtener las conclusiones del experimento. Por su alcance nuestra tesis será longitudinal, cuantitativa.

3.2. Población, muestra y muestreo

Población

Según Arias (2012) Nos indica que la población o población objetivo, es todo el conjunto de componentes pueden ser infinitos o finitos con propiedades normales para lo cual serán amplias las conclusiones. Esta delimitada por el problema de la tesis y por los objetivos del estudio (p.81). Es llamada también universo o agregado constituye siempre una totalidad. Las unidades que la integran pueden ser individuos, hechos o elementos de otra índole. Una vez identificada la población con la que se trabajará, se decide si se recogerán los datos de la población total o de una muestra representativa de ella. La población de nuestra investigación es la fabricación de spools desde diciembre del 2019 hasta mayo del 2021.

Muestra

Bernal (2010), Es una fracción menor de población que fue ya seleccionada para el estudio, a partir de esta se obtendrá los datos para la elaboración de la investigación del cual se harán mediciones y observaciones de las variables que son el objeto de análisis (p. 161).

Cuando no se realiza un censo por varios motivos, entonces se trabaja con una muestra, que es una parte adecuada con las mismas características que representa a la población. Para que realmente sea una muestra útil, esta debe tener las diferencias y similitudes que hay en la población, ejemplificar las características y tendencias de la misma. Una muestra útil contiene las características de la población que son importantes para la investigación. La muestra que tomamos para la presente tesis son la recolección de datos de la fabricación de spools desde el 02 junio 2020 hasta el 01 Julio del 2020.

Muestreo

Es la técnica que se aplica para la elección de elementos (unidades de análisis o de investigación) que contengan las características de la población en investigación que conformarán una muestra y esta será utilizada para hacer inferencias a la población en investigación.

En nuestra investigación nuestro muestreo es no probabilístico y por conveniencia

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: Observación, recolección de datos, medición de datos

según Arias (2010), nos indica que la observación se realizó como una técnica que tiene como objetivo de captar por medio de la vista metódicamente, todos los sucesos, hechos que se están produciendo en la sociedad o naturaleza, y esto en función de los objetivos de la investigación ya preestablecidos (p. 69).

En nuestra tesis utilizamos la recolección de datos basado en la observación directa y obtención de datos en la producción de spools para su estudio y que luego de aplicar ingeniería de métodos se pueda hacer un pre y post de la investigación y así verificar el incremento de la productividad.

Existen varias técnicas para elaborar sistemas de información como las entrevistas, diagrama de flujo, la observación, , encuesta, cuestionario y el diccionario de datos. La técnica de recolección de datos de nuestra investigación será la de datos históricos de producción y la observación directa.

El método de **observación directa** es un método de recolección de datos que trata de la observación del objeto de investigación dentro de una situación en particular.

Instrumentos para la recolección de datos

Según, Arias (2006), nos indica que los instrumentos son cualquier dispositivo, formato o recurso ya sea en papel o digital , que se usa para conseguir, registrar o almacenar la información. Entre los cuales se pueden mencionar: los cuestionarios, entrevistas y otros.

En nuestra investigación los instrumentos que utilizaremos son la herramienta de medición – cronometro y el formato de recolección de datos.

Cronometro (medición del tiempo): según (CASTRILLON, 2014) hay 2 tipos de cronómetros que se utilizan para el estudio de tiempos y estos son:

El mecánico: Este puede subdividirse en subdividirse vuelta a cero, ordinario y cronómetro de registro fraccional de segundos.

El electrónico: Este puede subdividirse en el que se usa solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

En nuestra investigación usaremos el cronometro electrónico para tomar los tiempos de las actividades y operaciones que serán analizadas.

Formato de recolección de datos: Nos sirve para registrar toda la información de la actividad u operación que se obtuvo a través de la observación directa para que luego pueda ser consultada la información.

3.4. Procedimientos

En nuestra investigación se inició con la búsqueda del problema y el diagnóstico de las actividades del proceso de fabricación de spools de la empresa para esto aplicando los instrumentos y técnicas de recolección de datos, de esta manera se observó los problemas del proceso de fabricación de spools en la situación actual de la empresa.

Objetivo del estudio de métodos.

- Hacer sencillo, fácil y seguro el trabajo.
- Reducir el esfuerzo humano y también disminuir la fatiga innecesaria
- Mejora de los procedimientos y procesos.
- Economizar el uso de materiales, máquina y de la mano de obra.
- Mejorar condiciones de trabajo.
- Mejorar el diseño de la fábrica, equipo, lugar y taller de trabajo.
- Aumentar la seguridad.

Procedimientos del estudio del trabajo

Para poder realizar el estudio de método se tiene que cumplir los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo que debe hacerse la mejora

Como no se puede dar mejora de forma simultánea a todos los aspectos de trabajo de una empresa. Inicialmente lo que se debe determinar es en base a que criterio debe seleccionarse el trabajo o actividad que se quiere mejorar.

- Sobre el criterio económico.
- Sobre el criterio funcional del trabajo o
- Desde el criterio humano

2. Registrar todos los detalles del trabajo

Es donde debemos registrar todos los detalles del trabajo por observación directa. Todos los mínimos detalle se deben registrar de manera concisa y clara.

3. Analizar los detalles del trabajo.

Al ya tener todos los datos detallados del trabajo, lo que se hace posteriormente es hacer un análisis exhaustivo para tomar las acciones pertinentes.

4. Desarrollar el nuevo método para hacer el trabajo.

Para elaborar un método con mejoras para aplicar al trabajo es indispensable tener en cuenta las respuestas obtenidas, las que estas nos pueden encaminar a tomar las acciones de: Eliminar, cambiar, reorganizar y simplificar.

5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo.

Luego de conocer que la propuesta es ideal y que funcionara al aplicarla, es indispensable saber y determinar si afectara a otras personas o areas para asi adiestrarlas al nuevo método de trabajo

6. Aplicar el nuevo método de trabajo.

Posterior de tener considerado los pasos anteriores, se pone en práctica y se aplica el nuevo método de trabajo.

3.5. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos trata en la aplicación de las operaciones a las que el analista o investigador someterá los datos con el fin de lograr los objetivos de la investigación. El total de operaciones no pueden definirse de antemano de manera rígida.

En nuestra investigación todos los datos recolectados se plasmarán en hoja de cálculo del software Excel para posteriormente sean procesadas por el software SPSS.

3.6. Aspectos Éticos

La investigación se desarrolla en una empresa metalmecánica, independencia, Lima. Quien permitió hacer el estudio y recolección de datos y se respetó el código de ética en investigación de la UCV. Se utilizó el manual ISO 690 y el turnitin para deslindar plagios.

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción de en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad, el que tarda dicho procedimiento. Según Harnold B. Maynard	Aplicar la Ingeniería de métodos nos sirve para incrementar la productividad y por defecto reducir el costo por unidad, logrando así que se obtenga la mayor producción de bienes para mayor número de personas.	Métodos	<p>Tiempo Estándar</p> <p>$TE = TN * (1 + S)$ TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p> <p>$TAV = ((TT - TNP) / TT) * 100$</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	Razón

Variable dependiente: Productividad	La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Según Martinez (2007)	La productividad es la relación obtenida entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados para alcanzar dicha producción. Los materiales son elementos que se pueden transformar y pueden ser usados para producir algo con un fin específico.	Cumplimiento de metas	Eficacia E= pulgadas diámetro fabricadas/ pulgadas diámetro programadas	Razón
			Optimización de recursos	Eficiencia E= Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro/ Tiempo programado disponible	Razón

Tabla 4 Matriz de operacionalización de las variables

1. Proceso de Fabricación de Spools

1.1 Revisión Planos

EL proceso inicia con la recepción de los planos isométricos via Control Documentario (Ver figura N°8 – Isométrico), Oficina Técnica realiza los planos de fabricación que pasarán a taller (Ver figura N°9 – Plano Fabricación), para el proyecto en análisis los planos de fabricación detallan: Identificación del Spool (TAG), cantidad y tipo de materiales, detalle de soldaduras, geometría del spool, acabado superficial revestimiento externo (Pintura) y revestimiento interno (Engomado), peso del spool, etc.

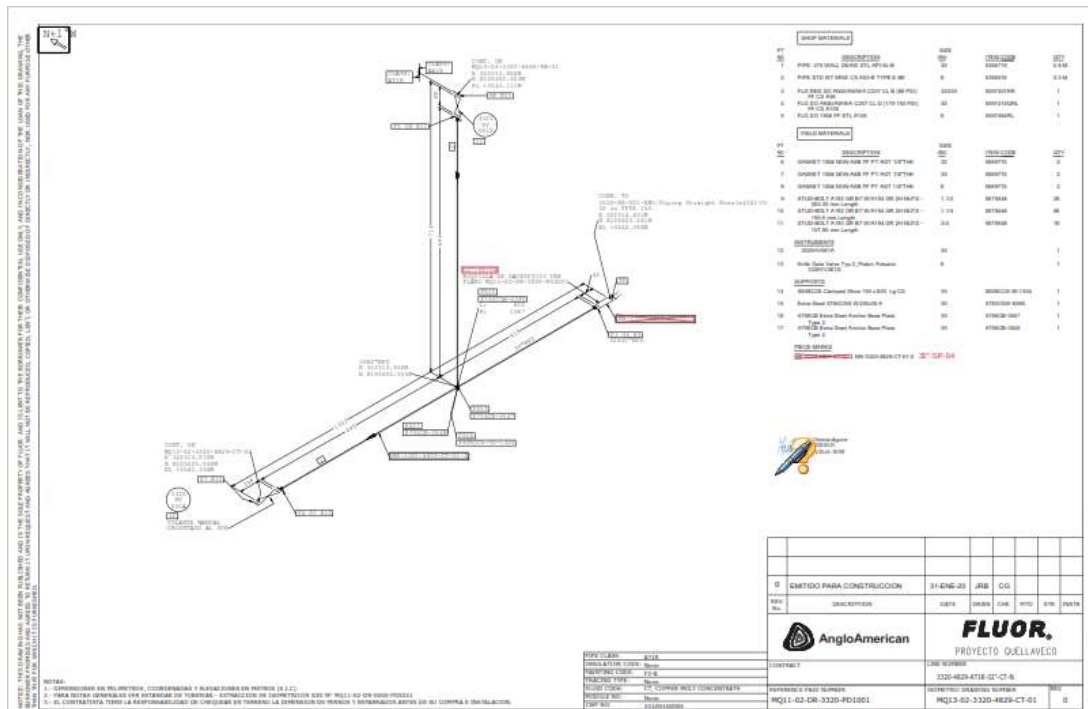
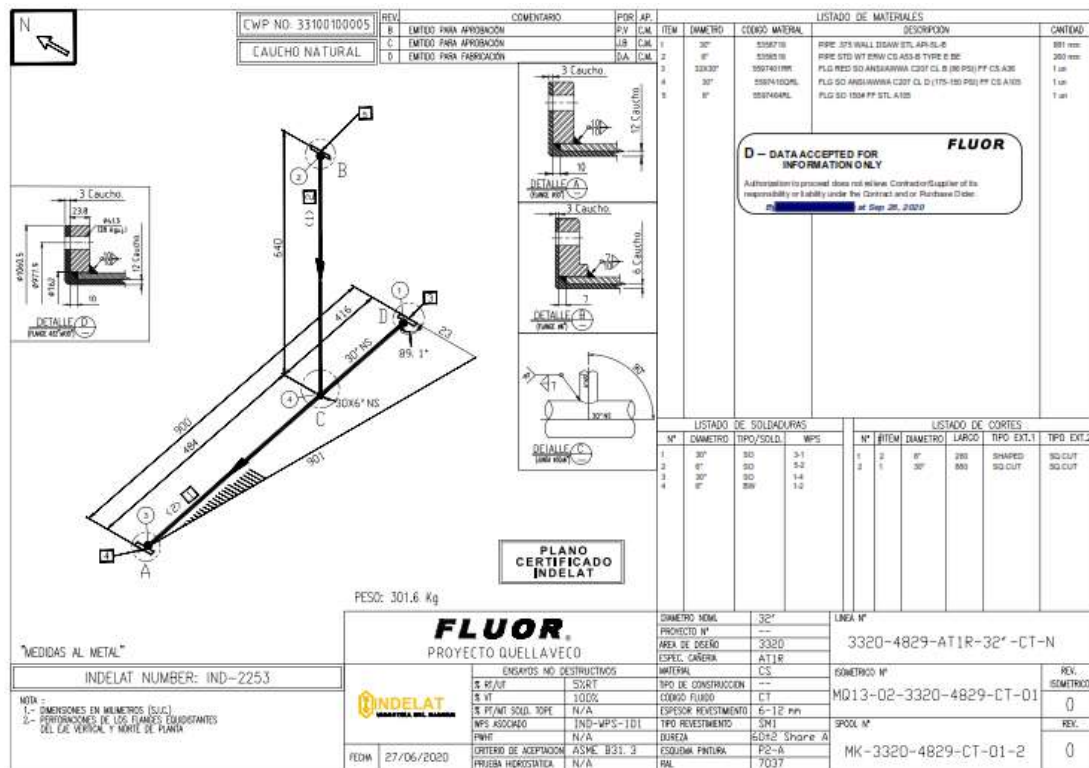


Figura N° 8 Isometrico



1.3 Compra de Materiales

Para este proyecto el Cliente hizo compra anticipada de todos los materiales como tuberías, bridas, accesorios (Codos, Tees, Curvas), etc indicados en los planos isométricos que serán usados en la fabricación.

1.4 Recepción de materiales

- a) Una vez llegadas al taller las tuberías, se procederá a descargarlas en los lugares designados para ello.
- b) El supervisor o capataz a cargo de la recepción y maniobra deberá visualizar los riesgos y peligros presentes en el área de descarga y posteriormente instruirá al personal involucrado en la tarea, dejando constancia mediante documento escrito.
- c) El supervisor se encargará que el personal bajo su cargo sea instruido en el presente procedimiento, dejando constancia escrita.
- d) La descarga se realiza utilizando eslingas que estén en buenas condiciones operativas y que cumplan con los estándares para el proyecto, en lo que respecta al peso de la carga y si es necesario con grilletes según la carga a levantar, equilibrando la misma en la maniobra.
- e) Se colocan vientos para asegurar la carga en estado de suspensión y movimiento.
- f) Por ningún motivo y bajo ninguna circunstancia el personal podrá situarse en la vertical bajo una carga suspendida.
- g) Posteriormente se colocará la carga en el lugar de almacenamiento.
- h) Si el personal envuelto en la actividad no respeta las normas de seguridad indicadas, se realizará una No Conformidad con la acción correctiva de forma inmediata.

1.5 Almacenamiento Temporal

- a) Se almacenarán por diámetro y tipo, identificadas, sobre cuartones o sacos con arena, aislándolas del suelo, asegurando su estabilidad.
- b) Los fitting o accesorios, se almacenarán sobre pallets aislándolos del suelo, convenientemente protegidos de daños.
- c) Se deberá señalar el lugar de almacenamiento.
- d) El supervisor deberá realizar una inspección de recepción, que las tuberías, accesorios, soportes, y otro elemento que forme parte del proceso de fabricación, cumplan lo indicado en planos y Especificaciones Técnicas, en cuanto a calidad, cantidad, dimensional, otros.
- e) En caso de detectarse discrepancia con lo especificado, o que elementos indicados anteriormente hayan llegado con desperfectos o daños, se emitirá una No Conformidad y se aplicará las acciones correctivas de forma inmediata.
- f) El material o elemento en malas condiciones deberá identificarse, colocado en un lugar donde se asegure su no uso y protegido, hasta que se determine cuál será el procedimiento a seguir.



Figura N° 10 Almacenamiento de bridas

1.6 Armado del Spool

El proceso de armado comienza con la orden de trabajo (Armado y soldadura) establecida por el departamento de planeamiento. Esta orden será entregada por el planificador al supervisor de fabricación la cual contiene toda la información necesaria para armar, soldar y codificar el spool, según la prioridad acordada. La orden de armado y soldadura esta adjunta al plano de fabricación del spool, en su reverso.

El área de armado cubre varias actividades en la fabricación, estas son:

1.6.1 Corte de Tuberías

Esta actividad se desarrolla por medio del método de Oxicorte Manual y/o Maquina de corte de control numérico CNC que hace más rápida y precisa el corte y realiza biseles a ángulos requeridos (Ver figura N°11).



Figura N°11 Equipo de corte de control numérico CNC

1.6.2 Mecanizado de Ranura

El plano de fabricación que lleva la codificación del spool indicará si va revestido interiormente con caucho, en caso de ser así, se debe verificar en la Tabla 25.03 Especificación para ranurado Victaulic para utilizar la maquina ranuradora.

Ver figuras N°12 , 13 y 14



Figura N°12 Representación gráfica de ranura



Figura N° 13 Equipo de ranurado de tubería



Figura N° 14 Ranura en tuberías y codo

1.6.3 Nivelación de la Pieza

La pieza o spool dependiendo de su tamaño deberá ser nivelada sobre una plataforma fija y adecuada, contrastando la horizontalidad respecto de su eje con medios mecánicos como nivel, regla u/o escuadra y se acuñara adecuadamente para inmovilizar la pieza o spool. Ver figuras N°15 y 16

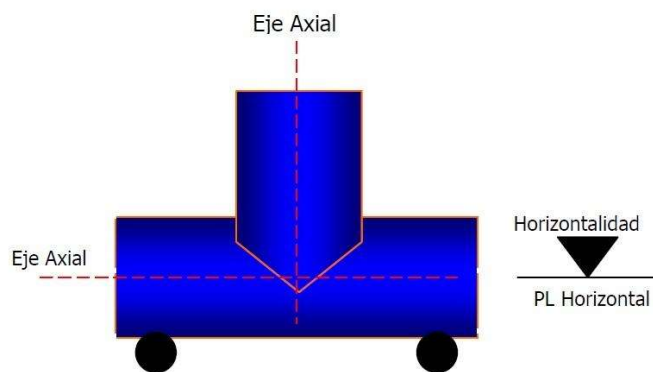


Figura N° 15 Accesorio (Tee) puesto horizontalmente a escuadra

1.6.3.1 Verticalidad de la Pieza

La verticalidad de las piezas será controlada en aquellas piezas con 2 o más ejes axiales contenidos en uno o dos planos como tee, codo, etc. Se contrastará la verticalidad de la pieza respecto de uno de sus ejes verticales con medios mecánicos como nivel, regla u/o escuadra y se acuñará adecuadamente para inmovilizarla.

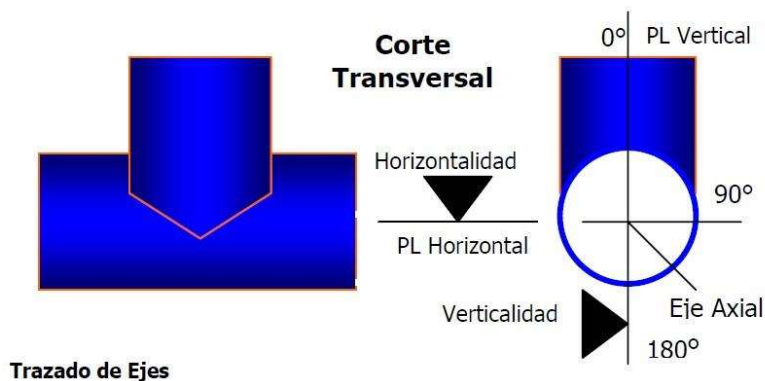


Figura N° 16 Accesorio (Tee) puesto verticalmente a escuadra

1.6.3.2 Trazado de Ejes

Una vez nivelada y con la verticalidad correspondiente, se procederá a traspasar los ejes hacia las paredes de las piezas y a marcarlos con tiza, con el objeto de utilizarlos como referencias prácticas. Trazado de Fittings Los fittings serán marcados con el objeto de verificar posteriormente el montaje

1.6.3.3 Montaje de Fittings(accesorios)

El montaje de los fittings (accesorios) será de acuerdo a plano de fabricación, verificación la verticalidad con medios mecánicos y la coincidencia de trazas, además se deberán verificar las dimensiones medidas sobre los ejes trazados.

1.6.3.4 Flanges (Bridas)

La colocación de flanges en spool que así lo indiquen será realizada de la siguiente forma. Ver Imagen 17 Nivelación de Spool

- **Nivelación de la Pieza - Flange**

La pieza o spool dependiendo de su tamaño deberá ser nivelada sobre una plataforma fija y adecuada, contrastando la horizontabilidad respecto de su eje con medios mecánicos como nivel, regla u/o escuadra y se acuñara adecuadamente para inmovilizar la pieza o spool.

- **Verticalidad de la Pieza - Flange**

La verticalidad de las piezas será controlada en aquellas piezas con 2 o más ejes axiales contenidos en uno o dos planos como tee, codo, etc. Se contrastara la verticalidad de la pieza respecto de uno de sus ejes verticales con medios mecánicos como nivel, regla u/o escuadra y se acuñara adecuadamente para inmovilizarla.

- **Trazado de Ejes**

Una vez nivelada y con la verticalidad correspondiente, se procederá a traspasar los ejes hacia las paredes de las piezas y a marcarlos mediante tiza, con el objeto de utilizarlos como referencias prácticas.

- **Montaje de Flanges**

El montaje de los flanges será de acuerdo a plano de fabricación, verificación la verticalidad con medios mecánicos y la coincidencia de trazas, además se deberán verificar las dimensiones sobre los ejes trazados.

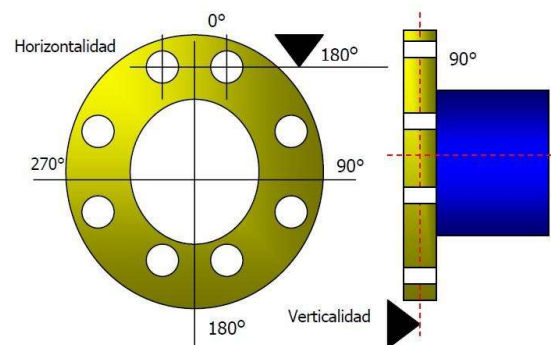


Figura N° 17 Nivelación de brida - Spool



1.6.4 Soldadura de Armado (Apuntalado)

La soldadura de armado consiste básicamente en ejecutar pequeños cordones de soldadura para fijar las piezas y fittings que compone el spool (Apuntalar), por lo general se consideran 4 puntos opuestos en el desarrollo de la unión para cañerías hasta 12" de diámetro. Para cañerías de mayor diámetro se considerara el número que el armador estime conveniente, sin embargo estas deberán estar distribuidas geométricamente sobre el desarrollo de la unión y deberán ser de 1" de largo como mínimo. Esta actividad es realizada por soldadores calificados.

Ver a continuación figura N°18 - Apuntalado de spool



Figura N° 18 Apuntalado de spool

1.7 Soldeo del Spool

Luego haber alineado el spool completo (Bridas y accesorios) se completan las soldadura que pueden ser entre tuberías a Tope o a traslape como entre tubería brida. Los materiales que ocupan a este proyecto de fabricación son de Acero al carbono, las soldaduras se realizarán de acuerdo al procedimiento probado y aprobado. Ver a continuación figura N°19 Proceso de Soldadura del Spool



Figura N° 19 Proceso de soldadura de spool

1.8 Preparación superficial

La preparación superficial se realiza con granalla angular grado 4050 en una Cabina de granallado con carga circulante hermética.

1.9 Revestimiento interior

El Spool se recepcionará luego de ser granallado internamente, se **aplicará el imprimante** (Primer Chemlok 205) en la superficie interna de la tubería y deberá secar en un ambiente libre de polvo, esto tomará aproximadamente 30-45 minutos a temperatura ambiente.

Posterior a la aplicación de imprimante, se procede con la aplicación del **adhesivo Chemlock 220** sobre la superficie metálica. Esta aplicación deberá realizarse como mínimo 30 minutos después de la aplicación del primer, dado que este es el tiempo necesario que permite el secado del primer.

Deje que se seque el adhesivo aplicado hasta que un examen visual de la película

muestre que ya se evaporó todo el solvente. Esto tardará aproximadamente de 45 a 60 minutos a temperatura ambiente.

Posterior a la aplicación del adhesivo se procederá a la aplicación del cemento de caucho tanto en la superficie metálica como la superficie de caucho que se va adherir. Esta aplicación deberá realizarse como mínimo 30 minutos después de la aplicación del adhesivo.

Las láminas de caucho (Stock permanente) son la producción primordial que hace a este fabricante el líder a nivel nacional.

Se trasladan las planchas de caucho a la mesa de trabajo para pegado manual dentro de la tubería.

El revestimiento de caucho deberá ser aplicado sobre la superficie metálica para lo cual se utilizara un pulmón de aire (cuando sea posible) o de lo contrario con el uso de una comba de goma y rodillos aplicadores. Estos procesos se deben realizar tratándose desplazar todo el aire que pudiera quedar atrapado entre la plancha de caucho de forma ordenada y con dirección en un solo sentido, procurando evitar y eliminar la presencia de burbujas o globos de aire entre las superficies de aplicación.

Si se hace evidente la presencia de bolsas previo al proceso de vulcanizado, estos deberán ser removidos utilizando rodillos de aplicación.

Ver figura N°20 Pegado Manual del Caucho.



Figura N° 20 Pegado manual del caucho



Luego de la aplicación del caucho, la pieza deberá ser introducida dentro de la autoclave. Su ubicación deberá ser tal que se evite la acumulación de condensado en la pieza durante el proceso de **vulcanizado**.

Una vez que la pieza ingresa dentro del autoclave, esta se comienza a llenar con aire y vapor de agua, hasta alcanzar las condiciones de vulcanizado.

Las condiciones de vulcanizado de la autoclave son:

- $T=125 (+/-10) ^\circ\text{C}$
- $P= 70 (+/-10) \text{ psi}$

Una vez que el proceso de vulcanización se completa, la pieza debe reposar a temperatura ambiente a la cual se le realizaran las pruebas de dureza, esta prueba se realizara en zonas representativas de cada pieza.

La empresa tiene 02 Autoclaves de:

- 1- Diámetro 3.0 Mt x 12 Mt de largo

2- Diametro 1.5 Mt x 20 Mt de largo

Ver figura N°21- Autoclaves para Vulcanizado y figura N°22- Ingreso a Vulcanizado



Figura N° 21 Autoclaves para vulcanizado



Figura N°22 Ingreso a vulcanizado

1.10 Pintado exterior de spool

Se evaluará la condición final de la superficie tratada previa a la aplicación de la primera capa de pintura. Las áreas observadas que no se hayan llegado al tipo de preparación de superficie se tendrán que corregir y el grado de aceptación deberá estar bajo las especificaciones requeridas.

El sistema o esquema de pintura a usar será el P2-A (Nomenclatura del cliente) con las marcas de Pintura HEMPAPRIME MULTY 500 y HEMPATHANE 55210 ver siguiente imagen

P2-A	Nombre del Producto // Color	Espesor Película Seca (mils)
	HEMPAPRIME MULTI 500	8 mils
	HEMPATHANE 55210	2 mils
	TOTAL ESPESOR	10 mils

Tabla 5 - Sistema P2-A de pintura a usar

Tanto para HEMPAPRIME MULTI 500. y HEMPATHANE TOPCOAT 55210:

- Se deben verificar que todos los accesorios del equipo de aplicación como pistola y boquillas se encuentren completamente limpios, antes del inicio de la aplicación.
- Preparar una cantidad suficiente de pintura de Hempaprime Multi 500 con una dilución de 10% para hacer el refuerzo de cordones de soldadura, que será aplicado con brocha de pelo corto.

Se debe seguir las instrucciones indicados en las hojas técnicas HEMPEL de las pinturas indicadas.

La aplicación de pintura se realizará al interior de una cámara de pintado con aclimatador automática disponible en el taller. Ver figura N°23 Cámara de Pintado – Spools antes de pintado y figura N°24 Cámara de Pintado – Spools después de pintado



Figura N° 23 Camara de pintado - Spools antes de pintado



Figura N° 24 Camara de pintado - Spools despues de pintado

1.11 EMBALAJE Y MARCADO DE SPOOL

Se procederá con la identificación de cada spool de acuerdo al spool tag indicado en los planos para su posterior embalaje,

Ver Imágenes: Figura N°25 Producto Final para Despacho / Figura 26 Despacho



Figura N°25 Producto final para despacho



Figura N°26 Despacho

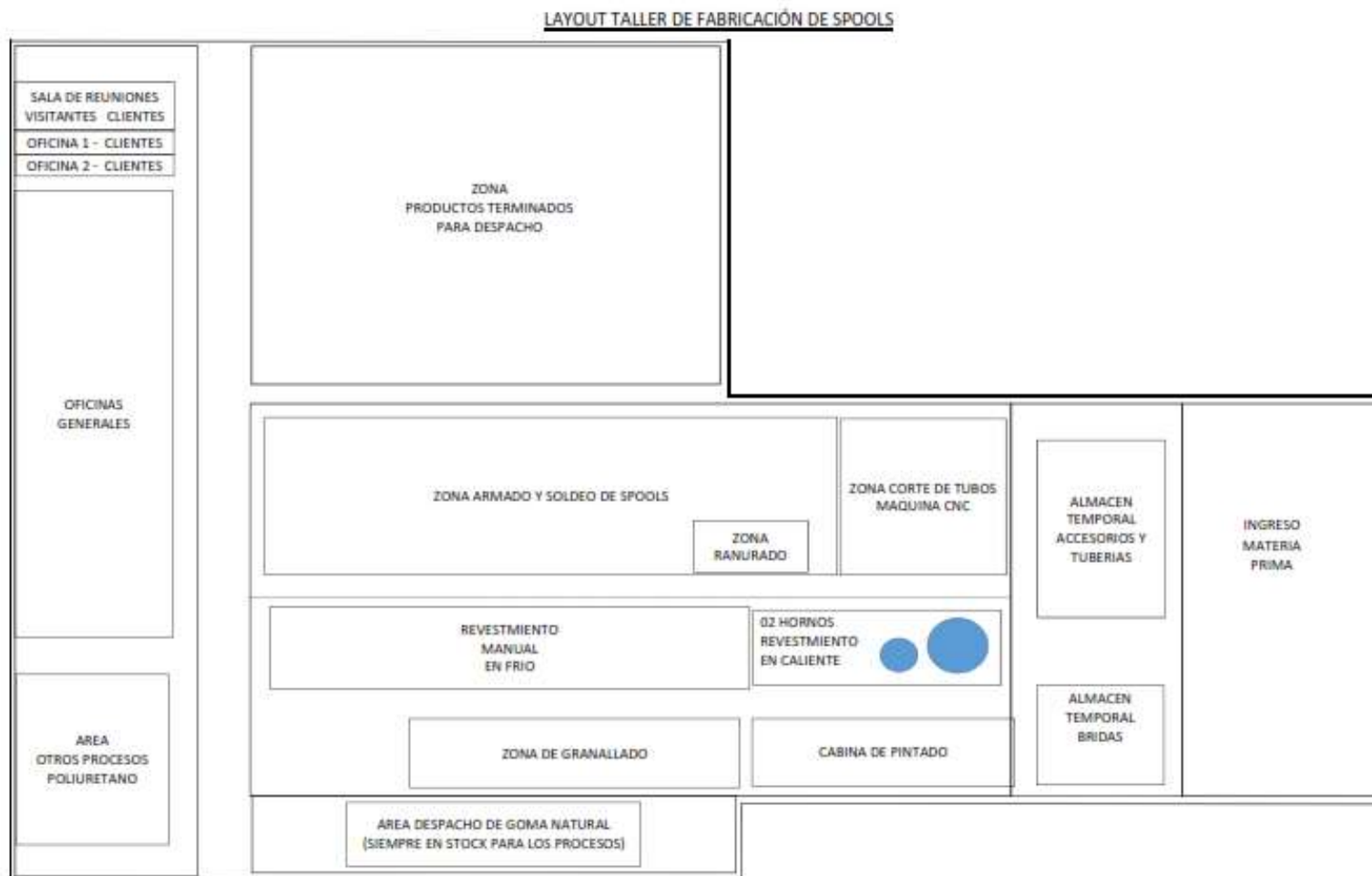


Figura N° 27 Layout taller fabricación de spools

Recorrido del proceso en el layout

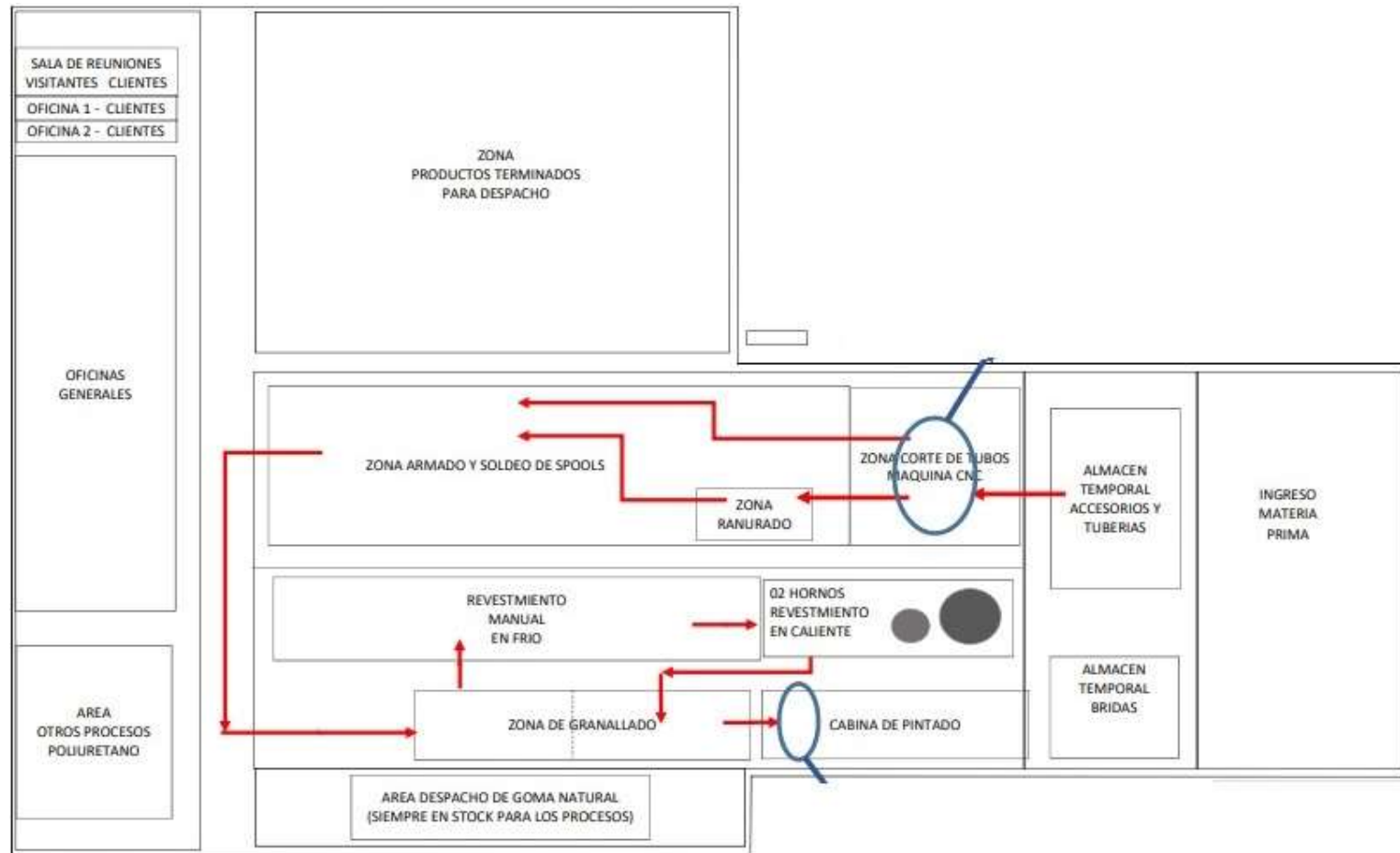


Figura N°28 Recorrido del proceso de fabricación en el layout

Organigrama del Proyecto de fabricación de Spools

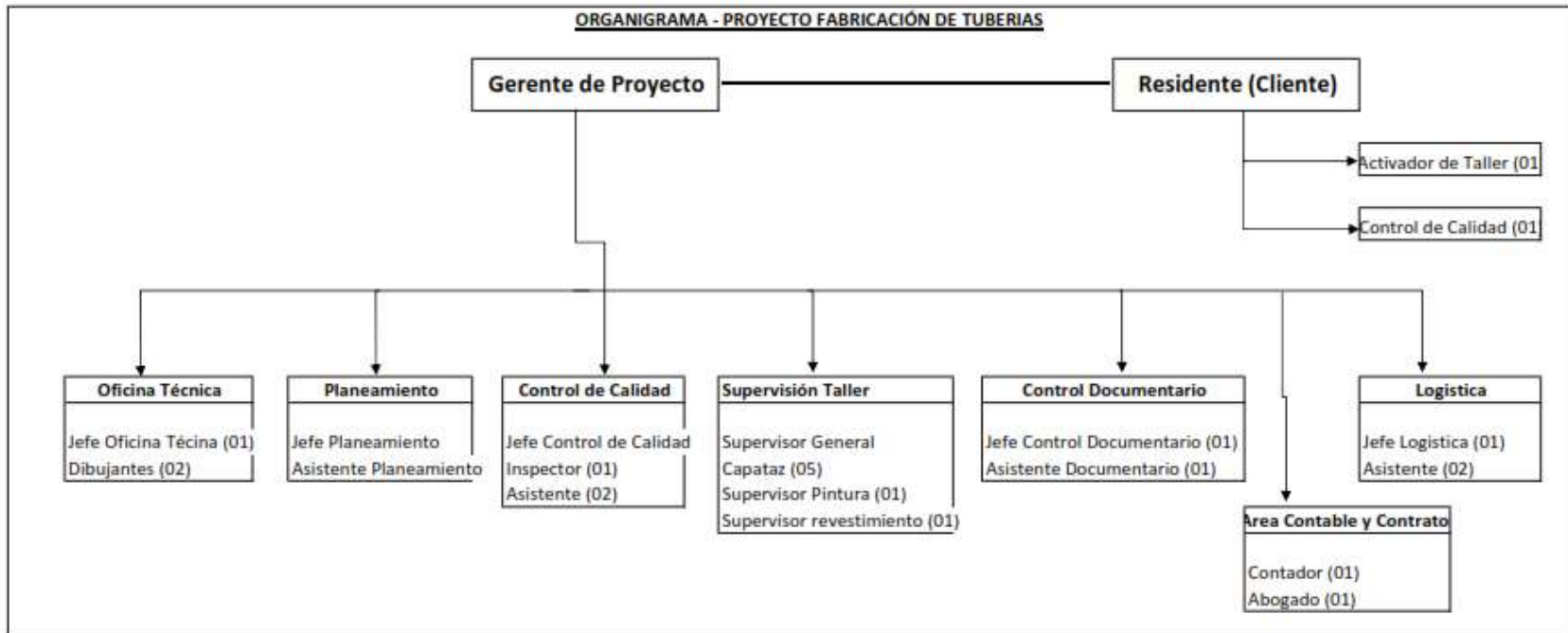


Figura N° 29 Organigrama del proyecto de fabricación de Spools

CAPACIDAD REAL DE PLANTA

La capacidad de planta fue declarada en el proceso de adjudicación para la fabricación de spools, esta es:

- Capacidad Producción semanal declarada (PD): 2000
- Producción diaria (PD): 320
- Turnos de trabajo: 02
- Duración turno (Hr) : 08
- Tiempo de Flujo – Promedio tiempo observado (Min): 2635.23 (Tomado del DAP actual)

TOMA DE TIEMPOS

El reporte de toma de datos de producción fue de 26 mediciones 01 cada día, esto debido por procedimiento de seguridad de la empresa, un visitante en área de producción debe estar permanentemente con un vigía autorizado. La unidad de medida fue en minutos.

Las muestras fue un total 26 recopilaciones de datos desde el 02 Jun del 2020 al 01 julio del 2020. Por visualización no se muestran todos las muestras tomadas en tabla N°6 (Ver tabla completa en anexo N°17).

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO – ANTES DE MEJORA

La tabla N°9 muestra el diagrama de procesos.

TABLA : TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS – ANTE

TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS – ANTES DE									
EMPRESA:		TALLER FABRICACIÓN TRUBERIAS - INDEPENDENCIA				AREA:		TALLER DE	
METODO: ANTES DE MEJORA		PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO:		PRODUCCION	
ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE				PRODUCTO:		SPOOLS (PU)	
N° Act.	Descripción de la actividad	1	2	3	4	5	20	21	
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.60	14.80	14.20	14.90	15.50	14.50	15.00	
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)	15.15	15.90	15.10	14.80	15.00	14.80	14.90	
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	98.00	115.00	111.00	115.00	113.00	104.00	106.00	
4	Traslado de corte CNC a armado	22.00	21.30	21.40	20.30	22.00	21.00	21.60	
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	20.00	20.10	21.00	20.90	20.10	18.50	18.90	
6	Traslado de corte CNC a ranurado	14.00	15.00	16.00	15.90	16.00	14.20	14.60	
7	Ranurado	55.00	58.00	60.00	61.00	59.00	62.00	63.00	
8	Traslado de ranurado a armado	15.90	15.90	14.80	14.20	15.00	14.20	15.20	
9	Armado - Alineamiento de spools	119.00	125.00	130.00	118.00	115.00	119.00	118.00	
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	4.90	5.00	5.10	5.20	5.00	5.10	5.90	
11	Apuntalado de spool	41.00	45.00	43.90	43.50	44.50	44.10	40.10	
12	Control de variables de soldadura	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	4.90	4.70	
13	Soldadura de spool (320 PD)	370.00	365.00	374.00	372.00	372.00	359.00	365.00	
14	Limpieza cordones de soldadura	18.90	18.70	20.20	20.30	20.10	21.10	21.10	
15	Aplicación Liquidos penetrantes	240.30	241.00	242.00	245.00	245.00	242.00	242.10	
16	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.90	38.90	37.90	39.60	36.90	37.90	41.10	
17	Secado despues de remoción de excedente	60.00	65.00	62.00	61.00	55.00	53.90	56.00	
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	56.00	56.00	57.00	58.00	59.00	55.00	56.00	

19	Radiografía de soldaduras	78.00	72.00	75.00	74.00	74.00	70.00	78.00	78.00	79.00	78.00	78.00	75.00
20	Traslado de spool para arenado interno	13.00	14.00	15.00	14.50	14.00	15.90	15.00	15.00	15.10	15.60	15.90	15.60
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.00	10.20	10.00	10.90	11.00	9.80	9.50	9.20	10.20	9.70	10.60	10.00
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	39.50	40.50	40.00	41.10	42.50	39.80	38.10	37.90	38.00	38.90	39.50	40.10
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	14.50	15.00	15.00	15.00	15.00	14.30	14.10	15.00	15.00	15.00	14.50	14.90
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.00	10.00	10.00	9.80	9.70	11.00	10.00	10.00	9.90	10.80	10.00	10.00
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	62.00	61.00	64.00	68.00	55.00	63.00	63.00	63.00	59.00	58.00	60.00	60.00
26	Secado Imprimante	40.00	40.00	45.00	45.00	44.00	45.00	47.80	45.50	41.00	42.80	45.90	45.10
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	57.00	63.00	63.00	59.00	58.00	61.00	58.00	59.00	68.00	55.00	61.00	59.00
28	Secado Chemlock 220	61.00	62.00	59.00	60.00	63.00	60.00	60.00	59.00	59.00	60.00	60.00	60.00
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	59.00	58.00	59.00	60.00	61.00	61.00	60.00	61.00	60.00	59.80	62.00	60.00
30	Secado cemento	19.10	19.60	19.10	20.10	20.50	19.70	20.00	20.00	21.00	19.80	21.90	21.00
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.40	22.90	19.70	18.20	19.10	20.10	20.90	20.10	19.80	19.90	20.10	19.90
32	Pegado manual de Caucho en tubería	118.00	115.00	125.00	123.00	125.00	120.00	119.00	119.00	119.00	118.00	120.00	120.00
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.90	14.90	15.60	14.20	14.00	15.10	15.00	14.80	15.40	15.20	14.80	14.80
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.00	45.00	45.00	46.00	47.00	45.00	45.00	46.00	46.00	45.00	45.00	45.00
35	Prueba de dureza/adherencia	31.20	29.60	28.60	24.90	29.50	29.00	28.90	29.00	30.00	30.20	31.50	30.10
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.90	10.00	9.00	10.50	10.10	9.70	9.90	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00
37	Traslado hacia arenado externo tubería	10.00	10.00	10.00	9.80	9.90	10.90	10.20	10.20	9.80	10.20	10.10	10.20
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.30	10.30	10.10	9.90	9.90	9.80	10.10	10.10	10.10	10.90	10.90	9.90
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.10	10.10	9.90	9.70	9.90	10.00	10.60	10.70	10.00	10.00	10.50	10.10
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	41.00	44.00	42.00	39.00	41.00	40.80	41.10	41.50	40.10	40.50	42.10	41.10
41	Control superficial post arenado	15.90	15.80	15.90	15.80	15.90	15.10	15.90	14.20	14.30	15.70	14.30	15.00
42	Traslado del spool a Pintado	15.60	15.80	16.90	15.90	14.20	14.90	13.80	14.90	15.10	15.90	14.90	15.00
43	Aplicación pintura base	30.10	29.70	30.20	29.50	28.90	31.50	32.00	30.20	31.00	29.10	30.50	30.20
44	Espera secado de pintura base	182.00	176.50	179.90	186.50	177.80	180.00	187.50	182.00	182.90	182.00	180.00	182.90
45	Control medida espesor de película	20.30	20.90	20.20	22.30	20.50	19.80	19.80	19.70	19.80	19.50	20.10	19.50
46	Aplicación pintura de acabado	30.00	31.00	32.00	32.00	32.00	30.20	30.30	29.20	29.10	28.50	28.60	30.10

47	Espera secado de pintura acabado	276.90	263.50	276.40	270.00	269.00	272.00	273.00	274.00	273.60	275.60	274.30	277.60
48	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.10	20.80	19.90	20.10	20.10	18.90	19.90	19.80	20.10	18.90	21.10	21.40
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.90	4.80	4.70	5.00	5.10
50	Inspección Final (Liberación)	14.30	14.30	14.80	15.70	15.10	14.30	15.40	15.10	14.90	15.90	14.90	15.10
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	20.30	21.00	20.20	20.80	19.80	19.00	19.50	20.00	19.50	19.00	20.00	20.00
52	Traslado spool para despacho	14.80	14.20	14.00	13.90	13.90	15.10	15.20	14.80	15.60	15.70	15.10	15.20
		2630.85	2646.20	2685.00	2674.70	2648.20	2621.90	2650.70	2653.00	2649.40	2634.40	2662.60	2638.10

Tabla 6 - TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS – ANTES DE MEJORA

CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS.

A los datos recopilados se le aplicará la fórmula de Kanawaty con el cual se obtendrá el número de muestras mínimas o datos para calcular el tiempo promedio.

PROYECTO: FABRICACIÓN DE SPOOLS DE TUBERIA

ELABORADO POR: Arnold Aguirre

METODO: Antes de Mejora

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE ± 5%

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

n = Tamaño de muestra que deseamos calcular

x = Valor de las observaciones

CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS				
EMPRESA:	Taller fabricación tuberías - Independencia		AREA:	Taller Producción
METODO:	PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO:	Producción Spools
ELABORADO POR: Arnold Aguirre			PRODUCTO:	Spools (Pulgada Diámetral)
Nº Act.	Descripción de la actividad	Σx	Σx²	n
1	Disposición temporal - almacenamiento	393.90	5972.37	1
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)	393.25	5950.49	1
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	2708.00	282836.00	4
4	Traslado de corte CNC a armado	548.10	11564.43	1
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	493.00	9380.68	6
6	Traslado de corte CNC a ranurado	393.00	5949.42	2
7	Ranurado	1568.00	94646.00	1
8	Traslado de ranurado a armado	396.80	6061.24	1
9	Armado - Alineamiento de spools	3125.00	376039.00	2
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	131.10	662.65	4
11	Apuntalado de spool	1095.10	46188.75	2
12	Control de variables de soldadura	131.40	666.24	5
13	Soldadura de spool (320 PD)	9467.00	3456753.00	4

14	Limpieza cordones de soldadura	531.30	10885.35	4
15	Aplicación Líquidos penetrantes	6280.90	1517813.23	1
16	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	1038.70	41534.29	1
17	Secado después de remoción de excedente	1440.10	80090.17	7
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	1437.00	79499.00	2
19	Radiografía de soldaduras	1951.00	146577.00	2
20	Traslado de spool para arenado interno	391.50	5908.25	4
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	259.00	2586.08	4
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	1048.70	42345.73	2
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	391.00	5887.04	2
24	Traslado de spool a engomado manual interno	261.10	2627.29	3
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	1571.00	95097.00	3
26	Secado Imprimante	1167.20	52586.00	6
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	1562.00	94086.00	4
28	Secado Chemlock 220	1572.00	95092.00	1
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	1571.50	95016.29	1
30	Secado cemento	517.90	10328.13	2
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	530.90	10874.79	5
32	Pegado manual de Caucho en tubería	3130.00	377008.00	1
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	390.00	5858.06	2
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	1171.00	52777.00	1
35	Prueba de dureza/adherencia	772.20	22973.32	3
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	255.80	2524.18	5
37	Traslado hacia arenado externo tubería	265.00	2704.34	2
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	265.80	2722.30	3
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	261.10	2624.83	2
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	1052.60	42762.52	6
41	Control superficial post arenado	390.20	5866.20	3
42	Traslado del spool a Pintado	393.10	5955.93	3
43	Aplicación pintura base	783.90	23657.01	2
44	Espera secado de pintura base	4722.10	857927.87	1
45	Control medida espesor de película	529.20	10791.84	3
46	Aplicación pintura de acabado	772.50	23045.77	7
47	Espera secado de pintura acabado	7038.15	1905813.87	1
48	Control medida espesor de película (Espesor final)	521.20	10461.62	2
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	130.99	661.88	5
50	Inspección Final (Liberación)	393.40	5959.02	2
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	521.70	10475.43	1
52	Traslado spool para despacho	389.60	5849.18	3

**Tabla 7 - CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS
– ANTES DE LA MEJORA**

Como los valores en tabla anterior son inferiores al número de muestras realizadas (26 mediciones) no es necesario agregar muestras. Por tanto el Tiempo promedio observado antes de mejora será:

TABLA PROMEDIO TIEMPO OBSERVADO ANTES DE MEJORA

PROYECTO: FABRICACIÓN DE SPOOLS DE TUBERIA

ELABORADO POR: Arnold Aguirre

METODO: Antes de Mejora

N° Act.	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)	15.13
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	104.15
4	Traslado de corte CNC a armado	21.08
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	18.96
6	Traslado de corte CNC a ranurado	15.12
7	Ranurado	60.31
8	Traslado de ranurado a armado	15.26
9	Armado - Alineamiento de spools	120.19
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	5.04
11	Apuntalado de spool	42.12
12	Control de variables de soldadura	5.05
13	Soldadura de spool (320 PD)	364.12
14	Limpieza cordones de soldadura	20.43
15	Aplicación Liquidos penetrantes	241.57
16	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.95
17	Secado despues de remoción de excedente	55.39
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	55.27
19	Radiografia de soldaduras	75.04
20	Traslado de spool para arenado interno	15.06
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	9.96
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	40.33
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.04
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42
26	Secado Imprimante	44.89
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.08
28	Secado Chemlock 220	60.46

29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.44
30	Secado cemento	19.92
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42
32	Pegado manual de Caucho en tubería	120.38
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04
35	Prueba de dureza/adherencia	29.70
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84
37	Traslado hacia arenado externo tubería	10.19
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.04
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48
41	Control superficial post arenado	15.01
42	Traslado del spool a Pintado	15.12
43	Aplicación pintura base	30.15
44	Espera secado de pintura base	181.62
45	Control medida espesor de película	20.35
46	Aplicación pintura de acabado	29.71
47	Espera secado de pintura acabado	270.70
48	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.05
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04
50	Inspección Final (Liberación)	15.13
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	20.07
52	Traslado spool para despacho	14.98
		2635.23

Tabla 8 - TABLA PROMEDIO TIEMPO OBSERVADO ANTES DE MEJORA

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO - DAP







Los valores del promedio de tiempo observado se llevan al diagrama de actividades DAP

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR ANTES DE MEJORA

Al promedio de tiempo normal calculado le aplicaremos el factor de valoración de Westinghouse y los suplementos, para todos estos se considera valores mínimos ya que durante las entrevistas con los operarios indicaron mínimas molestias respecto a ergonomía y/o condiciones de entorno, por tal motivo los suplementos

de postura, iluminación, concentración intensa, ruido, monotonía y tedio no se mostraron en tabla al tener valor igual a cero, el resultado es el tiempo estándar para cada actividad del proceso y el tiempo estándar total en la condición antes de mejora.

TABLA - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – ANTES DE MEJORA

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – ANTES DE MEJORA								
FABRICACIÓN DE SPOOLS REVESTIDOS					PROCESO:		PRODUCCION SPOOLS	
					PRODUCTO:		SPOOL (PULGADA DIAMETRAL)	
METODO: ANTES DE MEJORA		PRE-TEST			MES:		JUNIO 2020	
		POST-TEST			ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE	
Paso	Descripción	Operación	Inspección	Operación + Inspección	Transporte	Espera	Almacenamiento	Promedio Tiempo Observado (Min)
								
1	Disposición temporal - almacenamiento						●	15.15
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)				●			15.13
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	●						104.15
4	Traslado de corte CNC a armado				●			21.08
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)		●					18.96
6	Traslado de corte CNC a ranurado				●			15.12
7	Ranurado	●						60.31
8	Traslado de ranurado a armado				●			15.26
9	Armado - Alineamiento de spools	●						120.19
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)		●					5.04
11	Apuntalado de spool	●						42.12
12	Control de variables de soldadura			●				5.05
13	Soldadura de spool (320 PD)	●						364.12
14	Limpieza cordones de soldadura	●						20.43
15	Aplicación Liquidos penetrantes	●						241.57
16	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	●						39.95
17	Secado después de remoción de excedente					●		55.39

18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	●						55.27
19	Radiografía de soldaduras	●						75.04
20	Traslado de spool para arenado interno				●			15.06
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			●				9.96
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	●						40.33
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)			●				15.04
24	Traslado de spool a engomado manual interno				●			10.04
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	●						60.42
26	Secado Imprimante					●		44.89
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	●						60.08
28	Secado Chemlock 220					●		60.46
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	●						60.44
30	Secado cemento					●		19.92
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)				●			20.42
32	Pegado manual de Caucho en tubería	●						120.38
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)				●			15.00
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	●						45.04
35	Prueba de dureza/adherencia		●					29.70
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	●						9.84
37	Traslado hacia arenado externo tubería				●			10.19
38	Espera en ingreso de cámara de granallado					●		10.22
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			●				10.04
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	●						40.48
41	Control superficial post arenado			●				15.01
42	Traslado del spool a Pintado				●			15.12
43	Aplicación pintura base	●						30.15
44	Espera secado de pintura base					●		181.62
45	Control medida espesor de película			●				20.35
46	Aplicación pintura de acabado	●						29.71
47	Espera secado de pintura acabado					●		270.70
48	Control medida espesor de película (Espesor final)			●				20.05
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	●						5.04

50	Inspección Final (Liberación)		●					15.13
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho					●		20.07
52	Traslado spool para despacho				●			14.98
TOTAL		21	4	7	11	8	1	2635.23

Tabla 9 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – ANTES DE MEJORA

Como se muestra en la tabla anterior N°9 el proceso de fabricación de spools revestidos (antes de la mejora) analizamos cada actividad para una producción continua y se halló que existe 21 operaciones, 4 inspecciones, 7 combinaciones de operación e inspección, 11 transporte, 8 demoras y 1 almacenamiento. Haciendo un total de 52 actividades y también observamos que el tiempo promedio observado es de 2635.23min.

Del mismo modo al analizar el proceso identificamos actividades que agregan valor un total de 32 y un total de 20 actividades que no agregan valor, esto se aprecia en la siguiente tabla derivada del DAP antes de mejora.

TABLA: ACTIVIDADES QUE AGREGAN Y NO AGREGAN VALOR - ANTES DE MEJORA

Actividad /Tarea	Símbolo	Total Tareas	No Agregan Valor (TNP)
Operación	○	21	
Inspección	□	4	
Operación+Inspección	◻	7	
Transporte	⇒	11	x
Espera	D	8	x
Almacenamiento	▽	1	x
Total		52	20

Tabla 10 - ACTIVIDADES QUE AGREGAN Y NO AGREGAN VALOR - ANTES DE MEJORA

Deducimos el porcentaje de actividades que agregan valor en el proceso de fabricación de spools revestidos antes de mejora:

$$TAV = ((TT - TNP) / TT) * 100$$

$$\text{TAV} = ((52-20) / 52) * 100$$

$$\text{TAV} = 61.54\%$$

Entonces a partir de este resultado deducimos que el 61.54% son actividades que agregan valor y que el 38.46% es el porcentaje de las actividades que no agregan valor.

Estas 20 actividades se analizarán en la etapa de análisis de las actividades a mejorar que realizaremos más adelante.

CALCULO TIEMPO ESTANDAR ANTES DE MEJORA

CALCULO TIEMPO ESTANDAR ANTES DE LA MEJORA														
EMPRESA:		Taller fabricación tuberías - Independencia					AREA:		Taller de Producción					
METODO:			PRE-TEST		POST-TEST			PROCESO:		Producción Spools				
ELABORADO POR:			Arnold Aguirre					PRODUCTO:		Spools (Pulgada Diametral)				
N° Act .	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado (Min)	Westinghouse				Factor de Valoración	TN (Tiempo Normal)	Suplementos			Suplemento S	Tiempo Estandar TN*(1+S)	
			H	E	CT	CS			Necesidades Personales	Fatiga	Tensión mental			
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.36	0.05	0.04	0.01	0.10	18.00	
2	Traslado tuberías al area de corte (Montacarga)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.97	
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	104.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	112.49	0.05	0.04	0.01	0.10	123.73	
4	Traslado a zona de armado	21.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.77	0.05	0.04	0.01	0.10	25.04	
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	18.96	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	20.48	0.05	0.04	0.01	0.10	22.53	
6	Traslado a ranurado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.32	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96	
7	Ranurado	60.31	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.13	0.05	0.04	0.01	0.10	71.65	
8	Traslado a zona de armado	15.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.48	0.05	0.04	0.01	0.10	18.13	
9	Armado - Alineamiento de spools	120.19	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	129.81	0.05	0.04	0.01	0.10	142.79	
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.45	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
11	Apuntalado de spool	42.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	45.49	0.05	0.04	0.01	0.10	50.04	
12	Control de variables de soldadura	5.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.46	0.05	0.04	0.01	0.10	6.00	
13	Soldadura de spool (320 PD)	364.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	393.24	0.05	0.04	0.01	0.10	432.57	
14	Limpieza cordones de soldadura	20.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.07	0.05	0.04	0.01	0.10	24.28	
15	Aplicación Liquidos penetrantes	241.57	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	260.90	0.05	0.04	0.01	0.10	286.99	
16	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.95	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.15	0.05	0.04	0.01	0.10	47.46	

17	Secado despues de remoción de excedente	55.39	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	59.82	0.05	0.04	0.01	0.10	65.80
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	55.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	59.69	0.05	0.04	0.01	0.10	65.66
19	Radiografía de soldaduras	75.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	81.04	0.05	0.04	0.01	0.10	89.15
20	Traslado de spool para arenado interno	15.06	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.26	0.05	0.04	0.01	0.10	17.89
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	9.96	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.76	0.05	0.04	0.01	0.10	11.83
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	40.33	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.56	0.05	0.04	0.01	0.10	47.92
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.24	0.05	0.04	0.01	0.10	17.87
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.26	0.05	0.04	0.01	0.10	71.78
26	Secado Imprimante	44.89	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.48	0.05	0.04	0.01	0.10	53.33
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	64.88	0.05	0.04	0.01	0.10	71.37
28	Secado Chemlock 220	60.46	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.30	0.05	0.04	0.01	0.10	71.83
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.44	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.28	0.05	0.04	0.01	0.10	71.81
30	Secado cemento	19.92	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.51	0.05	0.04	0.01	0.10	23.66
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.05	0.05	0.04	0.01	0.10	24.26
32	Pegado manual de Caucho en tubería	120.38	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	130.02	0.05	0.04	0.01	0.10	143.02
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.20	0.05	0.04	0.01	0.10	17.82
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.64	0.05	0.04	0.01	0.10	53.51
35	Prueba de dureza/adherencia	29.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.08	0.05	0.04	0.01	0.10	35.28
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.63	0.05	0.04	0.01	0.10	11.69
37	Traslado hacia arenado externo tubería	10.19	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.01	0.05	0.04	0.01	0.10	12.11
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15

39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93	
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.72	0.05	0.04	0.01	0.10	48.10	
41	Control superficial post arenado	15.01	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.21	0.05	0.04	0.01	0.10	17.83	
42	Traslado del spool a Pintado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.33	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96	
43	Aplicación pintura base	30.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.56	0.05	0.04	0.01	0.10	35.82	
44	Espera secado de pintura base	181.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	196.15	0.05	0.04	0.01	0.10	215.76	
45	Control medida espesor de pelicula	20.35	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.98	0.05	0.04	0.01	0.10	24.18	
46	Aplicación pintura de acabado	29.71	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.09	0.05	0.04	0.01	0.10	35.30	
47	Espera secado de pintura acabado	270.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	292.35	0.05	0.04	0.01	0.10	321.59	
48	Control medida espesor de pelicula (Espesor final)	20.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.65	0.05	0.04	0.01	0.10	23.81	
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.44	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
50	Inspección Final (Liberación)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.98	
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	20.07	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.67	0.05	0.04	0.01	0.10	23.84	
52	Traslado spool para despacho	14.98	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.18	0.05	0.04	0.01	0.10	17.80	
		2635.23						2846.05						3130.65

Tabla 11 - CALCULO TIEMPO ESTANDAR ANTES DE MEJORA

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD – ANTES DE MEJORA

TABLA CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD - ANTES DE MEJORA

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA MEJORA							
TIEMPO ESTANDAR (Min)		3130.65	PRODUCCIÓN DIARIA PROGRAMA (PD)		320	METODO	
PRODUCCIÓN SEMANAL PROGRAMADA PD		2000	TIEMPO PROGRAMADO POR TALLER (Min)		1920	PRE-TEST	POST-TEST
DÍAS LABORABLES		6	ELABORADO POR:		Arnold Aguirre		
MUESTRA	PD REALIZADAS (1)	PD PROGRAMADO	EFICACIA	TIEMPO FABRICACIÓN (Min)	TIEMPO PROGRAMADO (Min)	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD EFICIENCIA X EFICACIA
1	220	320	0.69	2630.85	1920	0.73	0.50
2	220	320	0.69	2646.20	1920	0.73	0.50
3	220	320	0.69	2685.00	1920	0.72	0.49
4	240	320	0.75	2674.70	1920	0.72	0.54
5	240	320	0.75	2648.20	1920	0.73	0.54
6	220	320	0.69	2516.00	1920	0.76	0.52
7	240	320	0.75	2616.60	1920	0.73	0.55
8	220	320	0.69	2645.60	1920	0.73	0.50
9	200	320	0.63	2642.10	1920	0.73	0.45
10	220	320	0.69	2636.20	1920	0.73	0.50
11	240	320	0.75	2608.40	1920	0.74	0.55
12	200	320	0.63	2608.80	1920	0.74	0.46
13	220	320	0.69	2612.90	1920	0.73	0.51
14	240	320	0.75	2627.60	1920	0.73	0.55
15	220	320	0.69	2648.70	1920	0.72	0.50
16	220	320	0.69	2638.99	1920	0.73	0.50
17	240	320	0.75	2636.80	1920	0.73	0.55
18	240	320	0.75	2636.85	1920	0.73	0.55
19	220	320	0.69	2645.40	1920	0.73	0.50
20	240	320	0.75	2621.90	1920	0.73	0.55
21	240	320	0.75	2650.70	1920	0.72	0.54
22	240	320	0.75	2653.00	1920	0.72	0.54
23	260	320	0.81	2649.40	1920	0.72	0.59
24	260	320	0.81	2634.40	1920	0.73	0.59
25	240	320	0.75	2662.60	1920	0.72	0.54
26	240	320	0.75	2638.10	1920	0.73	0.55
			0.72			0.73	0.53

(1) DESDE MEDICIONES

PD = PULGADAS DIAMETRALES

Tabla 12 CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD – ANTES DE MEJORA

IMPLEMENTACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS

Los tiempos muestreados y el análisis del proceso productivo confirman las causas que llevan a baja productividad planteadas en el diagrama de Ishikawa y el gráfico de Pareto. A continuación se lista las actividades del DAP que debemos mejorar.


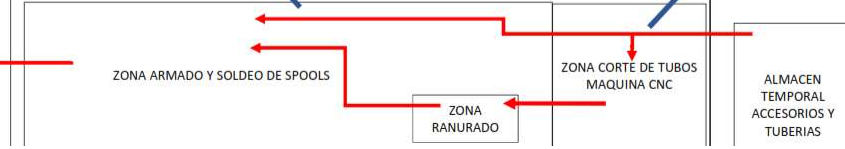
Se analizará cada actividad que causa baja productividad con su propuesta de mejora y se mostrará al gerente la producción y luego a todo el equipo involucrado.

Paso	Descripción actividad	Actividad No Agrega Valor
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)	SI
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	NO
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	NO
9	Armado - Alineamiento de spools	NO
15	Aplicación Líquidos penetrantes (Control de Calidad Soldadura)	NO
17	Secado despues de remoción de excedente de Líquidos penetrantes	SI
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados (Liq. Penet.)	NO
28	Secado Chemlock 220 (Adhesivo de goma-caucho)	SI
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	NO
47	Espera secado de pintura acabado	SI
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	NO

ANALISIS DE LAS ACTIVIDADES A MEJORAR

Mejora Actividad 3	
Actividad:	Corte de material en máquina CNC (320 PD)
Inicio:	Cortar las tuberías procedente de almacén
Procedimiento:	El taller ha automatizado este proceso con una sola máquina de corte de control numérico, el proceso aquí demora 104.15 min, y le anteceden traslados de 15 min que quedarán en cola, hasta que termine el corte.

Tabla 13 - Mejora de actividad 3

	<p>ONA S TERMINADOS ESPACHO</p> <p>TALLER SÓLO USA MAQUINA DE CONTROL NUMÉRICO COMO MÉTODO DE CORTE DE TUBERIAS</p>  <p>PROBLEMA: Al ser único equipo limita continuidad de alimentación de tuberías. ALTERNATIVAS: 1. Comprar 01 Equipo adicional. 2. Aplicar método tradicional de corte por disco para reducir el tiempo de corte y dar continuidad al proceso.</p>
Propuesta:	<p>Se propone dividir esta actividad en paralelo usando corte no automatizado, es decir de forma convencional con amoladora y disco de corte. EL operario que espera en zona de armado, en lugar de esperar, cortará el tubo y continuará con el armado, aquí no llegarán las tuberías que deben ranurarse.</p>  <p>Zona de armado cuenta con equipo requerido para corte de tuberías: Se requiere equipo de soldar electrico, disco de corte y amoladora (equipos de uso diario). El operario tubero en lugar de esperar llegada de material desde corte CNC cortará tuberías con proceso convencional, el tiempo de corte se agrega al tiempo de armado. Aquí sólo llegarn las tuberías que no necesiten ranurado</p> <p>Con la adición de corte en área de armado existe tiempos de espera en el equipo CNC</p>
Meta esperada:	Con esto se espera un ahorro de 60 min y esto elimina el cuello de botella o espera al ingreso del equipo de corte CNC. Se mejora el proceso productivo y el tiempo.
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Mejora Actividad 2	
Actividad:	Traslado desde almacenamiento al área corte CNC (Montacarga)
Inicio:	Almacén

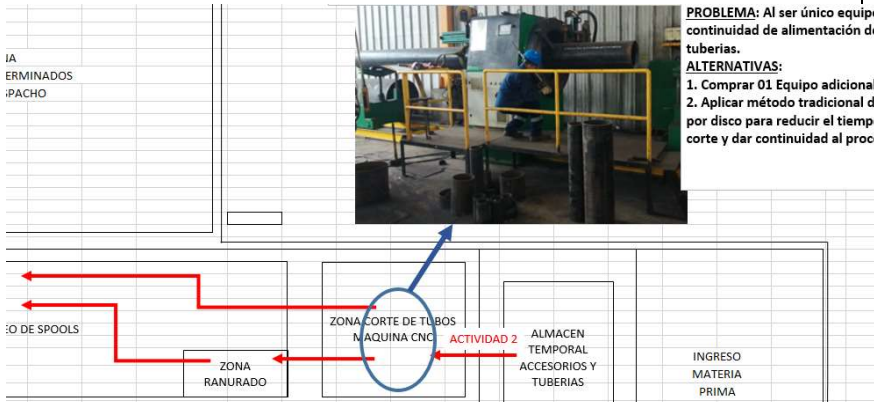
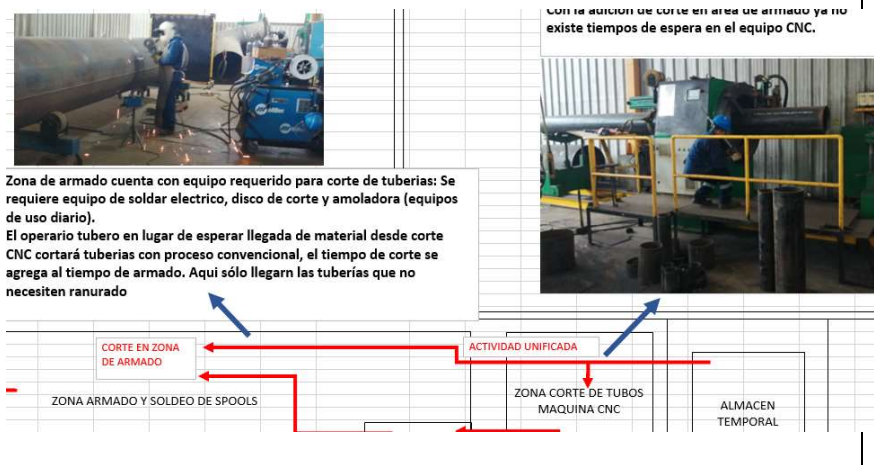
<p>Procedimiento:</p>	<p>Se traslada tuberías desde almacén hacia área de corte CNC.</p>  <p>PROBLEMA: Al ser único equipo no hay continuidad de alimentación de tuberías. ALTERNATIVAS: 1. Comprar 01 Equipo adicional 2. Aplicar método tradicional de corte por disco para reducir el tiempo de espera y dar continuidad al proceso</p>
<p>Propuesta:</p>	<p>Al tener otra zona de corte (En armado), se cargará tuberías para ambas zonas (Corte en CNC y en Armado), habrá un solo traslado desde almacén descarga en CNC y luego en armado, Se unifican 02 traslados en 01.</p>  <p>Con la adición de corte en área de armado ya no existe tiempos de espera en el equipo CNC.</p> <p>Zona de armado cuenta con equipo requerido para corte de tuberías: Se requiere equipo de soldar eléctrico, disco de corte y amoladora (equipos de uso diario). El operario tubero en lugar de esperar llegada de material desde corte CNC cortará tuberías con proceso convencional, el tiempo de corte se agrega al tiempo de armado. Aquí sólo llegarán las tuberías que no necesiten ranurado</p>
<p>Meta esperada:</p>	<p>Con esto se espera un ahorro de 60 min y se elimina este cuello de botella. Se mejora el proceso productivo y el tiempo. En área de Armado lugar de nuevo punto de corte.</p>
<p>Elaborado por:</p>	<p>Arnold Aguirre.</p>

Tabla 14 - Mejora de actividad 2

Mejora Actividad 5	
Actividad:	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)
Inicio:	Armado
Procedimiento:	Se revisa biseles correctamente hechos luego del corte en equipo CNC.
Propuesta:	Actividad repetida, acción la ejecuta el operario del equipo CNC en actividad 5. EL Operario que corta el tubo asegura su calidad en cada corte. Esta actividad debe eliminarse
Meta esperada:	Ahorro de 18.96 min de tiempo
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 15 - Mejora de actividad 5

Actualización en Actividad 9	
Actividad:	Armado alineado de spools
Inicio:	Armado
Procedimiento:	Corte de tuberías en apoyo al equipo CNC
Propuesta:	Se agrega tiempo de corte convencional a este proceso.
Meta esperada:	La mejora en el proceso productivo evitará esperas en área de corte CNC.
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 16 - Mejora de actividad 9

Mejora Actividad 15	
Actividad:	Aplicación Líquidos penetrantes (Control de Calidad)
Inicio:	Soldadura
Procedimiento:	Taller por costumbre usa 30 min para que líquido penetrante actúe.
Propuesta:	Procedimiento indica 10 a 60 min como tiempo de penetración de liquido, proponemos usar 20 min.

	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>6.6. Tiempo de Penetración del Penetrante (Dwell Time)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de penetración del líquido es considerado crítico. • Para este procedimiento el mínimo tiempo es 10min y el máximo 1 hora o calificado por demostración para una aplicación específica. • Tomar como referencia la tabla T-672. </div>
Meta esperada:	Ahorro de 10 min.
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 17 - Mejora de la actividad 15

Mejora Actividad 17	
Actividad:	Secado después de remoción de excedente Liq. Penetrantes
Inicio:	Soldadura
Procedimiento:	<p>Procedimiento indica secado 4 a 20 min., taller por costumbre Usa 15 min</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>6.8. Etapa de Secado Después de la Remoción del Penetrante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inmediatamente después de la limpieza del exceso de penetrante, debe dejarse secar la pieza al aire por evaporación, limpiado o con ventilación forzada. • Para este procedimiento el tiempo de secado debe ser el mínimo 4 min y máximo 20min. • Durante el ciclo de secado no se debe calentar la pieza por encima del límite de 52 °C. </div>
Propuesta:	Usaremos 10 min.
Meta esperada:	Ahorro en 5 min
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 18 - Mejora de la actividad 17

Mejora Actividad 18	
Actividad:	Aplicación de revelador e interpretación de resultados (Liq. P.)
Inicio:	Soldadura
Procedimiento:	Procedimiento indica 10 a 60 min., taller por costumbre usa 45 min. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>6.10. Indicaciones Del Liquido Penetrante</p> <ul style="list-style-type: none"> La final interpretación debe ser entre <u>10 min y máximo 60 min</u> después de la aplicación del revelador. El inspector debe comenzar a observar las indicaciones inmediatamente después que se aplique el revelador y ubicar señales pequeñas o debilidad del penetrante en las indicaciones. </div>
Propuesta:	Proponemos usar 25 min.
Meta esperada:	Ahorro en 20 min
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 19 - Mejora de la actividad 18

Mejora Actividad 28			
Actividad:	Secado Chemlock 220 (Adhesivo de goma / caucho)		
Inicio:	Pintura		
Procedimiento:	Proceso aplica secado en 60 min. <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">LORD: INFORMACIÓN TÉCNICA</p> <p style="text-align: center;">Adhesivo Chemlok® 220</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <p>Descripción</p> <p>El adhesivo Chemlok® 220 de Lord es un adhesivo de capa de recubrimiento, y debe usarse sobre el inoxidable Chemlok 996. Este sistema adhesivo es una</p> </td><td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <p>Aplicación</p> <p>Preparación de la superficie: Limpie meticulosamente las superficies metálicas antes de aplicar el adhesivo. Retire los aceites penetrantes, aceites, grasas y óxido.</p> </td></tr> </table> <p style="text-align: center;">LORD: INFORMACIÓN TÉCNICA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>de acero para limpiar con chorro de arena acero, hierro forjado y otros metales ferrosos. Use óxido de aluminio, arena u otro pulido no ferroso para limpiar a chorro el acero inoxidable, el aluminio, el latón, el zinc y otros metales no ferrosos.</p> <p>Si desea más detalles sobre la preparación de la superficie de sustratos específicos, consulte la guía de aplicación de Adhesivos Chemlok. Limpie las superficies metálicas con guantes limpios para evitar la contaminación con los aceites de la piel.</p> <p>Permita que el imprimador seque totalmente antes de aplicar el adhesivo Chemlok 220. Si desea más detalles sobre el uso del imprimador Chemlok 205, consulte la hoja de datos del imprimador Chemlok 205.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>• Rociado: Diluya el adhesivo Chemlok 220 con 25-50% de xileno o tolueno por volumen, según una copa de viscosidad Zahn No. 2 de 22 a 28 segundos. El adhesivo debe estar húmedo cuando llegue a la pieza metálica. Si se seca en el aire antes de llegar al metal, el resultado será un descolgamiento y una mala adhesión.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Secado/curado: Deje que se seque el adhesivo aplicado hasta que un examen visual de la película muestre que ya se evaporó todo el solvente. Esto tardará aproximadamente de <u>45 a 60 minutos</u> a temperatura ambiente. El tiempo de secado se puede abreviar usando hornos o túneles de secado con aire caliente. Se</p> </div> </div> </div> </div>	<p>Descripción</p> <p>El adhesivo Chemlok® 220 de Lord es un adhesivo de capa de recubrimiento, y debe usarse sobre el inoxidable Chemlok 996. Este sistema adhesivo es una</p>	<p>Aplicación</p> <p>Preparación de la superficie: Limpie meticulosamente las superficies metálicas antes de aplicar el adhesivo. Retire los aceites penetrantes, aceites, grasas y óxido.</p>
<p>Descripción</p> <p>El adhesivo Chemlok® 220 de Lord es un adhesivo de capa de recubrimiento, y debe usarse sobre el inoxidable Chemlok 996. Este sistema adhesivo es una</p>	<p>Aplicación</p> <p>Preparación de la superficie: Limpie meticulosamente las superficies metálicas antes de aplicar el adhesivo. Retire los aceites penetrantes, aceites, grasas y óxido.</p>		

	<p>mala adhesión.</p> <p>Secado/curado: Deje que se seque el adhesivo aplicado hasta que un examen visual de la película muestre que ya se evaporó todo el solvente. Esto tardará aproximadamente de <u>45 a 60</u> minutos a temperatura ambiente. El tiempo de secado se puede abreviar usando hornos o túneles de secado con aire caliente. Se deben usar temperaturas de secado moderadas de 65 a 93 °C (150 a 200 °F), pero se pueden usar temperaturas</p>
Propuesta:	Se propone usar tiempo indicado en hoja técnica de la pintura 45 min como mínimo.
Meta esperada:	Ahorro en 25 min
Elaborado por:	Arnold Aguirre.


Tabla 20 - Mejora de la actividad 28

Mejora Actividad 39	
Actividad:	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)
Inicio:	Pintura
Procedimiento:	Se revisan boquillas, temperaturas de ambiente, características de la granalla, etc.
Propuesta:	Actividad Repetitiva, fue hecha en actividad 21 se propone eliminarla
Meta esperada:	Se espera un ahorro de 10 min.
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 21 - Mejora de la actividad 39

Mejora Actividad 47	
Actividad:	Espera secado de pintura acabado
Inicio:	Pintura

Tabla 22 - Mejora de la actividad 47

Procedimiento:	Cabina de pintado es climatizada a temperaturas requeridas, las tuberías secan a 20°C y demora 4.5Hr = 270 min, tiempo que están considerando en taller.																															
Propuesta:	<div>Hoja técnica de la pintura permite tiempo de 1.5 horas de secado a 40°C. Se propone secado a esas condiciones.</div> <div><div>Product Data Sheet</div><div></div><div>Hempathane Topcoat 55210</div><div><div><div>Film thickness</div><table><tr><th>Specification range</th><th>Low</th><th>High</th><th>Recommended</th></tr><tr><td>Dry film thickness</td><td>40 micron [1.6 mils]</td><td>80 micron [3.1 mils]</td><td>50 micron [2.0 mils]</td></tr><tr><td>Wet film thickness</td><td>80 micron [3 mils]</td><td>150 micron [6 mils]</td><td>100 micron [4 mils]</td></tr><tr><td></td><td>13 m²/l</td><td>6.4 m²/l</td><td>10 m²/l</td></tr></table></div><div><div>Drying time</div><table><tr><th>Surface temperature</th><th>-10°C [14°F]</th><th>0°C [32°F]</th><th>20°C [68°F]</th><th>40°C [104°F]</th></tr><tr><td>Touch dry</td><td>hours</td><td>2½</td><td>1½</td><td>¾</td></tr><tr><td>Hard dry</td><td>hours</td><td>21</td><td>12</td><td>4½</td></tr></table><div>Determined for dry film thickness 50 micron [2.0 mils] at standard conditions, see Hempel's Environmental Notes for details.</div></div></div></div>	Specification range	Low	High	Recommended	Dry film thickness	40 micron [1.6 mils]	80 micron [3.1 mils]	50 micron [2.0 mils]	Wet film thickness	80 micron [3 mils]	150 micron [6 mils]	100 micron [4 mils]		13 m²/l	6.4 m²/l	10 m²/l	Surface temperature	-10°C [14°F]	0°C [32°F]	20°C [68°F]	40°C [104°F]	Touch dry	hours	2½	1½	¾	Hard dry	hours	21	12	4½
Specification range	Low	High	Recommended																													
Dry film thickness	40 micron [1.6 mils]	80 micron [3.1 mils]	50 micron [2.0 mils]																													
Wet film thickness	80 micron [3 mils]	150 micron [6 mils]	100 micron [4 mils]																													
	13 m²/l	6.4 m²/l	10 m²/l																													
Surface temperature	-10°C [14°F]	0°C [32°F]	20°C [68°F]	40°C [104°F]																												
Touch dry	hours	2½	1½	¾																												
Hard dry	hours	21	12	4½																												
Meta esperada:	Se espera un ahorro de 180 min.																															
Elaborado por:	Arnold Aguirre.																															

Mejora Actividad 49	
Actividad:	Colocación Marcas del Spool (Identificación)
Inicio:	Liberación
Procedimiento:	Se coloca papel autoadhesivo con el código del Spool (Nombre)
Propuesta:	Programar, avisar al montacarga para traslado y evitar el tiempo de espera. El tiempo de espera en el paso 51 se eliminará.
Meta esperada:	Se espera un ahorro de 20 min.
Elaborado por:	Arnold Aguirre.

Tabla 23 - Mejora de la actividad 49

ANALISIS DE ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR

En anterior análisis están incluidas 05 actividades que no agregan valor de las 20 que fueron detectadas anteriormente, en la siguiente tabla se muestra el resultado de las 15 actividades restantes para determinar si pueden mejorarse.

ITEM	ACTIVIDADES DETECTADAS QUE NO AGREGAN VALOR	ACTIVIDAD NECESARIA	PUEDE UNIRSE A OTRA ACTIVIDAD O EVITARSE	
			SI/NO	PORQUÉ?
1	Disposición temporal - almacenamiento	SI	NO	Es necesario para retiro progresivo de materiales
2	Traslado de corte CNC a ranurado	SI	NO	Actividad independiente, material pesado y dimensión considerable, por seguridad personal no puede trasladarlo manualmente.
3	Traslado de ranurado a armado	SI	NO	
4	Traslado de spool para arenado interno	SI	NO	
5	Traslado de spool a engomado manual interno	SI	NO	Tiempo secado Indicado en hoja técnica del producto, por calidad no se puede evitar-
6	Secado Imprimante	SI	NO	
7	Secado cemento	SI	NO	Tarea Independiente de las demás, no puede mejorarse.
8	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	SI	NO	
9	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	SI	NO	Actividad independiente, material pesado y dimensión considerable, por seguridad personal no puede trasladarlo manualmente.
10	Traslado hacia arenado externo tubería	SI	NO	
11	Espera en ingreso de cámara de granallado	NO	NO	Después de cada granallado, se vuelve a preparar el equipo, acondicionar tolva con la granalla, esto origina este tiempo de espera. Se necesita adquirir equipo adicional de granallado (Tolva, mangueras, boquillas y compresor) para evitar este tiempo, esto involucra costo por tal motivo este tiempo, no se mejora.
12	Traslado del spool a Pintado	SI	NO	Actividad independiente, material pesado por seguridad personal no puede trasladarlo manualmente.
13	Espera secado de pintura base	SI	NO	Tiempo secado Indicado en hoja técnica del producto, por calidad no se puede evitar.
14	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	NO	SI	Esta actividad será eliminada, esto se analizó en Mejora actividad 49.
15	Traslado spool para despacho	SI	NO	Actividad independiente, no se puede mejorar o evitar.

Tabla 24 - Actividad que no agrega valor eliminada

De tabla anterior concluimos que 01 actividad que no agrega valor se elimina de las 15 que quedaron por analizar.

Culminado el análisis del proceso y de tiempos, aplicaremos los cambios propuestos para mejorar la productividad, se volvió tomar tiempos en 26 días con las mejoras propuestas y a continuación se muestran los resultados.

TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS - DESPUES DE MEJORA

TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS – DESPUES DE LA MEJORA													
EMPRESA:		TALLER FABRICACIÓN TUBERIAS - INDEPENDENCIA					AREA:	TALLER DE PRODUCCIÓN					
METODO: ANTES DE MEJORA		PRE-TEST		POST-TEST			PROCESO:	PRODUCCIÓN SPOOL					
ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE					PRODUCTO:	SPOOL (PULGADA DIÁMETRO)					
N° Act.	Descripción de la actividad	1	2	3	4	5	20	21	22	23	24	25	26
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.60	14.80	14.20	14.90	15.50	14.50	15.00	15.00	16.00	15.00	14.80	14.90
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.15	22.90	22.10	21.80	22.00	21.80	21.90	21.90	22.00	22.00	22.00	22.40
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	30.33	29.28	29.50	29.60	30.32	30.56	30.24	29.50	29.56	28.41	29.53	29.67
4	Traslado de corte a ranurado	14.00	15.00	16.00	15.90	16.00	14.20	14.60	15.10	15.40	14.80	14.80	14.90
5	Ranurado	55.00	58.00	60.00	61.00	59.00	62.00	63.00	61.00	60.00	60.00	60.00	61.00
6	Traslado de Ranurado a armado	15.90	15.90	14.80	14.20	15.00	14.20	15.20	15.80	15.80	15.60	15.00	15.00
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	133.82	140.23	145.26	133.35	130.26	134.25	133.56	140.35	136.25	137.56	136.66	134.51
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	4.90	5.00	5.10	5.20	5.00	5.10	5.90	4.80	4.50	5.00	5.00	5.00
9	Apuntalado de spool	38.67	42.67	41.57	41.17	42.17	41.77	37.77	37.87	38.87	37.57	40.77	40.17
10	Control de variables de soldadura	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	4.90	4.70	5.00	5.00	4.50	5.00	5.00
11	Soldadura de spool (160 PD)	367.62	362.56	371.62	369.34	369.26	356.62	362.65	365.91	364.84	365.21	366.78	362.21
12	Limpieza cordones de soldadura	18.90	18.70	20.20	20.30	20.10	21.10	21.10	20.30	19.90	19.90	19.80	19.00
13	Aplicación Líquidos penetrantes	160.80	161.50	162.50	165.50	165.50	162.50	162.60	163.70	161.50	162.50	166.30	162.50
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.90	38.90	37.90	39.60	36.90	37.90	41.10	41.50	41.10	39.80	39.90	40.50
15	Secado despues de remoción de excedente	42.23	47.50	44.25	43.00	37.00	35.90	38.00	38.10	37.10	35.00	37.40	38.10
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	30.90	30.90	31.90	32.90	33.90	29.90	30.90	30.90	31.90	32.90	32.90	29.90
17	Radiografía de soldaduras	78.20	72.56	75.00	74.00	74.23	70.00	78.00	78.00	79.00	78.00	78.00	75.00

18	Traslado de spool para arenado interno	13.21	14.36	15.02	14.50	14.00	15.90	15.00	15.00	15.10	15.60	15.90	15.60
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	9.85	10.21	9.86	10.80	11.01	9.84	9.56	9.25	10.24	9.75	10.65	10.21
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	38.29	39.29	38.79	39.89	41.29	38.59	36.89	36.69	36.79	37.69	38.29	38.89
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	14.50	15.00	15.00	15.00	15.00	14.30	14.10	15.00	15.00	15.00	14.50	14.90
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.00	10.25	10.00	9.80	9.70	11.00	10.00	10.00	9.90	10.80	10.00	10.00
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	61.59	61.13	64.00	68.00	55.00	63.00	63.00	63.00	59.00	58.00	60.00	60.00
24	Secado Imprimante	40.00	40.01	45.23	45.00	44.01	45.00	47.80	45.50	41.00	42.80	45.90	45.10
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	57.02	63.00	63.00	59.00	58.64	61.00	58.00	59.00	68.00	55.00	61.00	59.00
26	Secado Chemlock 220	46.25	47.00	44.25	45.00	48.56	45.00	45.00	44.00	44.00	45.00	45.00	45.00
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	59.62	58.00	59.21	60.00	61.00	61.00	60.00	61.00	60.00	59.80	62.00	60.00
28	Secado cemento	19.10	19.60	19.10	20.10	20.50	19.70	20.00	20.00	21.00	19.80	21.90	21.00
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.40	22.90	19.70	18.20	19.10	20.10	20.90	20.10	19.80	19.90	20.10	19.90
30	Pegado manual de Caucho en tubería	118.21	115.98	125.00	123.00	125.00	120.00	119.00	119.00	119.00	118.00	120.00	120.00
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.90	14.90	15.60	14.20	14.00	15.10	15.00	14.80	15.40	15.20	14.80	14.80
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.00	45.00	45.00	46.00	47.00	45.00	45.00	46.00	46.00	45.00	45.00	45.00
33	Prueba de dureza/adherencia	31.20	29.60	28.60	24.90	29.50	29.00	28.90	29.00	30.00	30.20	31.50	30.10
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.90	10.15	9.00	10.50	10.10	9.70	9.90	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00
35	Traslado hacia arenado externo tubería	10.23	10.63	10.00	9.80	9.90	10.90	10.20	10.20	9.80	10.20	10.10	10.20
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.30	10.30	10.10	9.90	9.90	9.80	10.10	10.10	10.10	10.90	10.90	9.90
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	41.00	44.00	42.00	39.00	41.00	40.80	41.10	41.50	40.10	40.50	42.10	41.10
38	Control superficial post arenado	15.90	15.80	15.90	15.80	15.90	15.10	15.90	14.20	14.30	15.70	14.30	15.00
39	Traslado del spool a Pintado	15.60	15.80	16.90	15.90	14.20	14.90	13.80	14.90	15.10	15.90	14.90	15.00
40	Aplicación pintura base	30.10	29.70	30.20	29.50	28.90	31.50	32.00	30.20	31.00	29.10	30.50	30.20
41	Espera secado de pintura base	182.00	176.50	179.90	186.50	177.80	180.00	187.50	182.00	182.90	182.00	180.00	182.90
42	Control medida espesor de película	20.30	20.90	20.20	22.30	20.50	19.80	19.80	19.70	19.80	19.50	20.10	19.50
43	Aplicación pintura de acabado	30.00	31.00	32.00	32.00	32.00	30.20	30.30	29.20	29.10	28.50	28.60	30.10
44	Espera secado de pintura acabado	96.90	83.50	96.40	90.00	89.00	92.00	93.00	94.00	93.60	95.60	94.30	97.60

45	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.10	20.80	19.90	20.10	20.10	18.90	19.90	19.80	20.10	18.90	21.10	21.40
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.90	4.80	4.70	5.00	5.10
47	Inspección Final (Liberación)	14.30	14.30	14.80	15.70	15.10	14.30	15.40	15.10	14.90	15.90	14.90	15.10
48	Traslado spool para despacho	14.80	14.20	14.00	13.90	13.90	15.10	15.20	14.80	15.60	15.70	15.10	15.20
		2190.49	2190.21	2230.56	2216.05	2193.55	2178.73	2203.47	2202.67	2200.15	2183.39	2213.08	2197.56

Tabla 25 - TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS - DESPUES DE MEJORA

CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS CON MEJORA

A los datos recopilados se le aplicará la fórmula de Kawanaty con el cual se obtendrá el número de muestras mínimas o datos para calcular el tiempo promedio.

PROYECTO: FABRICACIÓN DE SPOOLS DE TUBERIA

ELABORADO POR: Arnold Aguirre

METODO: Después de Mejora

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE ± 5%

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

n = Tamaño de muestra que deseamos calcular

x = Valor de las observaciones

CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS CON MEJORA				
EMPRESA:	Taller fabricación tuberías – Independencia			AREA: Taller de Producción
METODO:	PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO:	Producción Spool
ELABORADO POR: Arnold Aguirre			PRODUCTO:	Spools (Pulgada Diámetro)
Nº Act.	Descripción de la actividad	Σx	ΣX²	n
1	Disposición temporal - almacenamiento	393.90	5972.37	1
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	575.25	12729.99	0
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	758.74	22247.08	8
4	Traslado de corte a ranurado	393.00	5949.42	0
5	Ranurado	1568.00	94646.00	1
6	Traslado de Ranurado a armado	396.80	6061.24	1
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	3523.62	477973.83	1
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	131.10	662.65	4

9	Apuntalado de spool	1034.52	41226.74	2
10	Control de variables de soldadura	131.40	666.24	5
11	Soldadura de spool (160 PD)	9402.61	3410048.39	5
12	Limpieza cordones de soldadura	531.30	10885.35	4
13	Aplicación Líquidos penetrantes	4213.90	683476.63	1
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	1038.70	41534.29	1
15	Secado después de remoción de excedente	973.08	36759.26	15
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	784.40	23741.86	5
17	Radiografía de soldaduras	1951.99	146723.29	2
18	Traslado de spool para arenado interno	392.10	5924.86	3
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	261.20	2630.87	4
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	1017.24	39845.94	2
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	391.00	5887.04	2
22	Traslado de spool a engomado manual interno	261.35	2632.35	3
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	1570.97	95092.27	3
24	Secado Imprimante	1167.67	52629.60	6
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	1563.55	94272.30	4
26	Secado Chemlock 220	1183.06	53881.20	1
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	1572.17	95095.69	0
28	Secado cemento	518.18	10339.39	2
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	530.90	10874.79	5
30	Pegado manual de Caucho en tubería	3131.19	377283.96	1
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	390.00	5858.06	2
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	1171.00	52777.00	1
33	Prueba de dureza/adherencia	772.20	22973.32	3
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	255.95	2527.20	5
35	Traslado hacia arenado externo tubería	265.86	2721.99	2
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	265.80	2722.30	3
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	1052.60	42762.52	6
38	Control superficial post arenado	390.20	5866.20	3
39	Traslado del spool a Pintado	393.10	5955.93	3
40	Aplicación pintura base	783.90	23657.01	2
41	Espera secado de pintura base	4722.10	857927.87	1
42	Control medida espesor de película	529.20	10791.84	3
43	Aplicación pintura de acabado	772.50	23045.77	7
44	Espera secado de pintura acabado	2358.15	214479.87	4
45	Control medida espesor de película (Espesor final)	521.20	10461.62	2

46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	130.99	661.88	5
47	Inspección Final (Liberación)	393.40	5959.02	2
48	Traslado spool para despacho	389.60	5849.18	3

Tabla 26 - CÁLCULO NUMERO DE MUESTRAS MÍNIMO DE TIEMPOS OBSERVADOS CON MEJORA

Como los valores en tabla anterior son inferiores al número de muestras realizadas (26 mediciones) no es necesario agregar muestras. Por tanto el Tiempo promedio observado después de mejora es:

TABLA PROMEDIO TIEMPO OBSERVADO DESPUES DE MEJORA

PROYECTO: FABRICACIÓN DE SPOOLS DE TUBERIA

METODO: Después de Mejora

N° Act.	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.13
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	29.18
4	Traslado de corte a ranurado	15.12
5	Ranurado	60.31
6	Traslado de Ranurado a armado	15.26
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	135.52
8	Inspección dimensional del spool (Área Control de Calidad)	5.04
9	Apuntalado de spool	39.79
10	Control de variables de soldadura	5.05
11	Soldadura de spool (160 PD)	361.64
12	Limpieza cordones de soldadura	20.43
13	Aplicación Líquidos penetrantes	162.07
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.95
15	Secado después de remoción de excedente	37.43
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	30.17
17	Radiografía de soldaduras	75.08
18	Traslado de spool para arenado interno	15.08
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.05
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	39.12

21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.05
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42
24	Secado Imprimante	44.91
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.14
26	Secado Chemlock 220	45.50
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.47
28	Secado cemento	19.93
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42
30	Pegado manual de Caucho en tubería	120.43
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04
33	Prueba de dureza/adherencia	29.70
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84
35	Traslado hacia arenado externo tubería	10.23
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48
38	Control superficial post arenado	15.01
39	Traslado del spool a Pintado	15.12
40	Aplicación pintura base	30.15
41	Espera secado de pintura base	181.62
42	Control medida espesor de película	20.35
43	Aplicación pintura de acabado	29.71
44	Espera secado de pintura acabado	90.70
45	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.05
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04
47	Inspección Final (Liberación)	15.13
48	Traslado spool para despacho	14.98
		2189.26







Tabla 27 - TABLA PROMEDIO TIEMPO OBSERVADO DESPUES DE MEJORA

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO - DAP

Los valores del promedio de tiempo observado se llevan al diagrama de actividades DAP que se muestra en siguiente tabla.

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR DESPUES DE MEJORA

Al promedio de tiempo normal calculado le aplicaremos el factor de valoración de Westinghouse y los suplementos, para todos estos se considera valores mínimos ya que durante las entrevistas con los operarios volvieron indicar mínimas molestias respecto a ergonomía y/o condiciones de entorno, por tal motivo los suplementos de postura, iluminación, concentración intensa, ruido, monotonía y tedio no se muestran en tabla al tener valor igual a cero, misma forma como procedimos en el cálculo antes de la mejora, el resultado es el tiempo estándar para cada actividad del proceso y el tiempo estándar total en la condición después de la mejora.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – DESPUES DE MEJORA									
FABRICACIÓN DE SPOOLS REVESTIDOS				PROCESO:		PRODUCCIÓN SPOOLS			
				PRODUCTO:		SPOOLS (PULGADA DIÁMETRO)			
METODO:		PRE-TEST			MES:		ABRIL 2021		
		POST-TEST			ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE		
Paso	Descripción	Operación	Inspección	Operación + Inspección	Transporte	Espera	Almacenamiento	Promedio Tiempo Observado (Min)	
									
1	Disposición temporal almacenamiento						•	15.15	
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)				•			22.13	
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	•						29.18	
4	Traslado de corte a ranurado				•			15.12	
5	Ranurado	•						60.31	
6	Traslado de Ranurado a armado				•			15.26	
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	•						135.52	
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)		•					5.04	
9	Apuntalado de spool	•						39.79	
10	Control de variables de soldadura			•				5.05	

11	Soldadura de spool (160 PD)	•					361.64
12	Limpieza cordones de soldadura	•					20.43
13	Aplicación Líquidos penetrantes	•					162.07
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	•					39.95
15	Secado después de remoción de excedente				•		37.43
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	•					30.17
17	Radiografía de soldaduras	•					75.08
18	Traslado de spool para arenado interno				•		15.08
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			•			10.05
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	•					39.12
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)			•			15.04
22	Traslado de spool a engomado manual interno				•		10.05
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	•					60.42
24	Secado Imprimante					•	44.91
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	•					60.14
26	Secado Chemlock 220					•	45.50
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	•					60.47
28	Secado cemento					•	19.93
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)				•		20.42
30	Pegado manual de Caucho en tubería	•					120.43
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)				•		15.00
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	•					45.04
33	Prueba de dureza/adherencia		•				29.70
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	•					9.84
35	Traslado hacia arenado externo tubería				•		10.23
36	Espera en ingreso de cámara de granallado					•	10.22
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	•					40.48
38	Control superficial post arenado			•			15.01
39	Traslado del spool a Pintado				•		15.12
40	Aplicación pintura base	•					30.15
41	Espera secado de pintura base					•	181.62
42	Control medida espesor de película			•			20.35

43	Aplicación pintura de acabado	●						29.71
44	Espera secado de pintura acabado					●		90.70
45	Control medida espesor de película (Espesor final)			●				20.05
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	●						5.04
47	Inspección Final (Liberación)		●					15.13
48	Traslado spool para despacho				●			14.98
TOTAL		21	3	6	10	7	1	2189.26

Tabla 28 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – DESPUES DE MEJORA

Como muestra la tabla N°28 anterior del DAP el proceso de fabricación de spools revestidos (Después de mejora) se halló que existe 21 operaciones, 3 inspecciones, 6 combinaciones de operación e inspección, 10 transportes, 7 esperas y 1 almacenamiento, son total de 48 actividades y con un tiempo promedio observado de 2189.26 min.

Identificamos un total de 30 actividades que agregan valor y 18 que no agregan valor, esto se aprecia en la siguiente tabla derivada del DAP.

ACTIVIDADES QUE AGREGAN Y NO AGREGAN VALOR DESPUÉS DE MEJORA

Actividad /Tarea	Símbolo	Total Tareas	No Agregan Valor (TNP)
Operación	○	21	
Inspección	□	3	
Operación+Inspección	◻	6	
Transporte	➡	10	x
Espera	D	7	x
Almacenamiento	▽	1	x
Total		48	18

Tabla 29 - ACTIVIDADES QUE AGREGAN Y NO AGREGAN VALOR DESPUÉS DE MEJORA

Deducimos el porcentaje de actividades que agregan valor:

$$\text{TAV} = ((\text{TT} - \text{TNP}) / \text{TT}) * 100$$

$$\text{TAV} = ((48 - 18) / 48) * 100$$

$$\text{TAV} = 62.50\%$$

Entonces después de aplicar mejoras un 62.50% son actividades que agregan valor y 37.50% no agregan valor.

		CALCULO TIEMPO ESTANDAR DESPUES DE MEJORA											
EMPRESA:		Taller fabricación de tuberías - Independencia					AREA:		Taller de Producción				
METODO:		PRE-TEST		POST-TEST			PROCESO:		Producción Spools				
ELABORADO POR:		Arnold Aguirre					PRODUCTO:		Spool (Pulgada Diámetro)				
N° Act .	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado	Westinghouse				Factor de Valoración	TN (Tiempo Normal)	Suplementos			Suplementos	Tiempo Estandar TN*(1+S)
			H	E	CT	CS			Necesidades Personales	Fatiga	Tensión mental		
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.36	0.05	0.04	0.01	0.10	18.00
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	23.90	0.05	0.04	0.01	0.10	26.28
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	29.18	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	31.52	0.05	0.04	0.01	0.10	34.67
4	Traslado de corte a ranurado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.32	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96
5	Ranurado	60.31	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.13	0.05	0.04	0.01	0.10	71.65
6	Traslado de Ranurado a armado	15.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.48	0.05	0.04	0.01	0.10	18.13
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	135.52	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	146.37	0.05	0.04	0.01	0.10	161.00
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.45	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99
9	Apuntalado de spool	39.79	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	42.97	0.05	0.04	0.01	0.10	47.27
10	Control de variables de soldadura	5.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.46	0.05	0.04	0.01	0.10	6.00
11	Soldadura de spool (160 PD)	361.64	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	390.57	0.05	0.04	0.01	0.10	429.63
12	Limpieza cordones de soldadura	20.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.07	0.05	0.04	0.01	0.10	24.28
13	Aplicación Liquidos penetrantes	162.07	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	175.04	0.05	0.04	0.01	0.10	192.54
14	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.95	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.15	0.05	0.04	0.01	0.10	47.46
15	Secado despues de remoción de excedente	37.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	40.42	0.05	0.04	0.01	0.10	44.46
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	30.17	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.58	0.05	0.04	0.01	0.10	35.84
17	Radiografia de soldaduras	75.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	81.08	0.05	0.04	0.01	0.10	89.19

18	Traslado de spool para arenado interno	15.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.29	0.05	0.04	0.01	0.10	17.92
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	39.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	42.25	0.05	0.04	0.01	0.10	46.48
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.24	0.05	0.04	0.01	0.10	17.87
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.86	0.05	0.04	0.01	0.10	11.94
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.26	0.05	0.04	0.01	0.10	71.78
24	Secado Imprimante	44.91	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.50	0.05	0.04	0.01	0.10	53.35
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.14	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	64.95	0.05	0.04	0.01	0.10	71.44
26	Secado Chemlock 220	45.50	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	49.14	0.05	0.04	0.01	0.10	54.06
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.47	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.31	0.05	0.04	0.01	0.10	71.84
28	Secado cemento	19.93	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.52	0.05	0.04	0.01	0.10	23.68
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.05	0.05	0.04	0.01	0.10	24.26
30	Pegado manual de Caucho en tubería	120.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	130.06	0.05	0.04	0.01	0.10	143.07
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.20	0.05	0.04	0.01	0.10	17.82
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.64	0.05	0.04	0.01	0.10	53.51
33	Prueba de dureza/adherencia	29.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.08	0.05	0.04	0.01	0.10	35.28
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.63	0.05	0.04	0.01	0.10	11.69
35	Traslado hacia arenado externo tubería	10.23	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.72	0.05	0.04	0.01	0.10	48.10
38	Control superficial post arenado	15.01	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.21	0.05	0.04	0.01	0.10	17.83
39	Traslado del spool a Pintado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.33	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96
40	Aplicación pintura base	30.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.56	0.05	0.04	0.01	0.10	35.82
41	Espera secado de pintura base	181.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	196.15	0.05	0.04	0.01	0.10	215.76
42	Control medida espesor de película	20.35	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.98	0.05	0.04	0.01	0.10	24.18
43	Aplicación pintura de acabado	29.71	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.09	0.05	0.04	0.01	0.10	35.30
44	Espera secado de pintura acabado	90.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	97.95	0.05	0.04	0.01	0.10	107.75

45	Control medida espesor de pelicula (Espesor final)	20.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.65	0.05	0.04	0.01	0.10	23.81	
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.44	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
47	Inspección Final (Liberación)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.98	
48	Traslado spool para despacho	14.98	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.18	0.05	0.04	0.01	0.10	17.80	
		2189.26							2364.40					2600.84

Tabla 30 - CALCULO TIEMPO ESTANDAR DESPUES DE MEJORA

TABLA CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD - DESPUES DE MEJORA

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA MEJORA							
TIEMPO ESTANDAR		2600.84	PRODUCCIÓN DIARIA PROGRAMA (PD)		320	METODO	
PRODUCCIÓN SEMANAL PROGRAMADA PD		2000	TIEMPO PROGRAMADO POR TALLER(Min)		1920	PRE-TEST	POST- TEST
DIAS LABORABLES		6	ELABORADO POR:		Arnold Aguirre		
MUESTRA	PD REALIZADAS (1)	PD PROGRAMADO	EFICACIA	TIEMPO FABRICACIÓN (Min)	TIEMPO PROGRAMADO (Min)	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD EFICIENCIA X EFICACIA
1	240	320	0.75	2190.49	1920	0.88	0.66
2	248	320	0.78	2190.21	1920	0.88	0.68
3	244	320	0.76	2230.56	1920	0.86	0.66
4	244	320	0.76	2216.05	1920	0.87	0.66
5	260	320	0.81	2193.55	1920	0.88	0.71
6	240	320	0.75	2078.58	1920	0.92	0.69
7	260	320	0.81	2179.48	1920	0.88	0.72
8	260	320	0.81	2203.22	1920	0.87	0.71
9	260	320	0.81	2197.38	1920	0.87	0.71
10	268	320	0.84	2183.99	1920	0.88	0.74
11	240	320	0.75	2166.71	1920	0.89	0.66
12	268	320	0.84	2169.10	1920	0.89	0.74
13	270	320	0.84	2172.91	1920	0.88	0.75
14	270	320	0.84	2187.48	1920	0.88	0.74
15	244	320	0.76	2208.12	1920	0.87	0.66
16	244	320	0.76	2193.77	1920	0.88	0.67
17	260	320	0.81	2193.34	1920	0.88	0.71
18	260	320	0.81	2196.30	1920	0.87	0.71
19	264	320	0.83	2190.35	1920	0.88	0.72
20	258	320	0.81	2178.73	1920	0.88	0.71
21	254	320	0.79	2203.47	1920	0.87	0.69
22	260	320	0.81	2202.67	1920	0.87	0.71
23	280	320	0.88	2200.15	1920	0.87	0.76
24	280	320	0.88	2183.39	1920	0.88	0.77
25	270	320	0.84	2213.08	1920	0.87	0.73
26	264	320	0.83	2197.56	1920	0.87	0.72
			0.81			0.88	0.71

(1) RESULTADO DE LAS MEDICIONES

PD = PULGADAS DIAMETRALES

Tabla 31 - TABLA CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD - DESPUES DE MEJORA

IV. RESULTADOS

4.1 Analisis descriptivo

A continuación se procedió a hacer un análisis descriptivo a los resultados de antes y después de la mejora con la aplicación de la ingeniería de métodos en la fabricación de spools revestidos en una metalmeccanica, independencia ,2021.

4.1.1 Variable independiente

4.1.1.1 Indicador: Indice de actividades que agregan valor

Procedemos a colocar los índices de actividades que agregan y no agregan valor del antes y después ya calculados:

Actividad /Tarea	Símbolo	Antes de Mejora	Después de Mejora
Operación	○	21	21
Inspección	□	4	3
Operación +Inspección	◻	7	6
Transporte	⇒	11	10
Espera	D	8	7
Almacenamiento	▽	1	1
Actividades que agregan valor		32	30
TAV		61.5%	62.5%
Total		52	48

Tabla 32 - Indice de actividades que agregan valor (Antes y despues de la mejora)

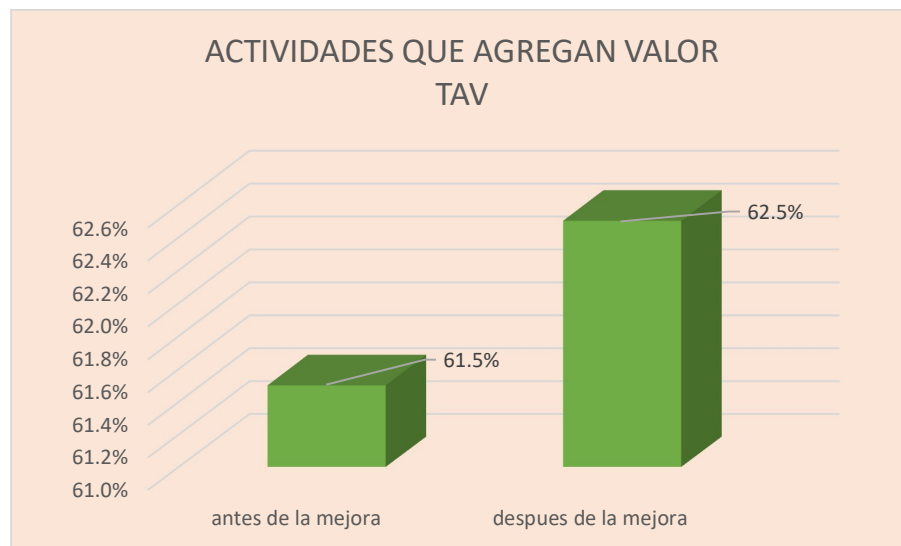


Grafico N° 1 - Grafico de actividades que agregan valor TAV - Antes y Despues de la mejora

Según tabla comparativa con las mejoras se redujo actividades generales de 52 a 48 y de 20 actividades que no agreguen valor se redujeron a 18.

4.1.1.2 Indicador: Tiempo estándar

Procedemos a colocar los en cuanto llego a variar el tiempo estándar antes y después de la mejora.

	ANTES	DESPUES
TIEMPO ESTANDAR (Min.)	3130.65	2600.84

Tabla 33 - Tiempo estadar antes y despues de la mejora

En la tabla N°33 observamos que con la implementación de Ingenieria de métodos el tiempo estándar se redujo de 3130.65 min a 2600.84 min.



Grafico N°2 - Grafico de Tiempo estandar antes y despues de la mejora

4.1.2 Variable Dependiente

4.1.2.1 Indicador Eficiencia

Se procedio a la comparación de los resultados de la eficiencia antes y después de la mejora.

Se puede observar en la siguiente tabla N°34 que con la implementación de ingeniería de métodos la eficiencia en la producción de spools revestidos se incrementa de 73% a 88%

	Eficiencia Antes	Eficiencia Después
DIA 1	0,73	0,88
DIA 2	0,73	0,88
DIA 3	0,72	0,86
DIA 4	0,72	0,87
DIA 5	0,73	0,88

DIA 6	0,76	0,92
DIA 7	0,73	0,88
DIA 8	0,73	0,87
DIA 9	0,73	0,87
DIA 10	0,73	0,88
DIA 11	0,74	0,89
DIA 12	0,74	0,89
DIA 13	0,73	0,88
DIA 14	0,73	0,88
DIA 15	0,72	0,87
DIA 16	0,73	0,88
DIA 17	0,73	0,88
DIA 18	0,73	0,87
DIA 19	0,73	0,88
DIA 20	0,73	0,88
DIA 21	0,72	0,87
DIA 22	0,72	0,87
DIA 23	0,72	0,87
DIA 24	0,73	0,88
DIA 25	0,72	0,87
DIA 26	0,73	0,87
Promedio	0,73	0,88

Tabla 34 - Comparativo de eficiencia antes y después

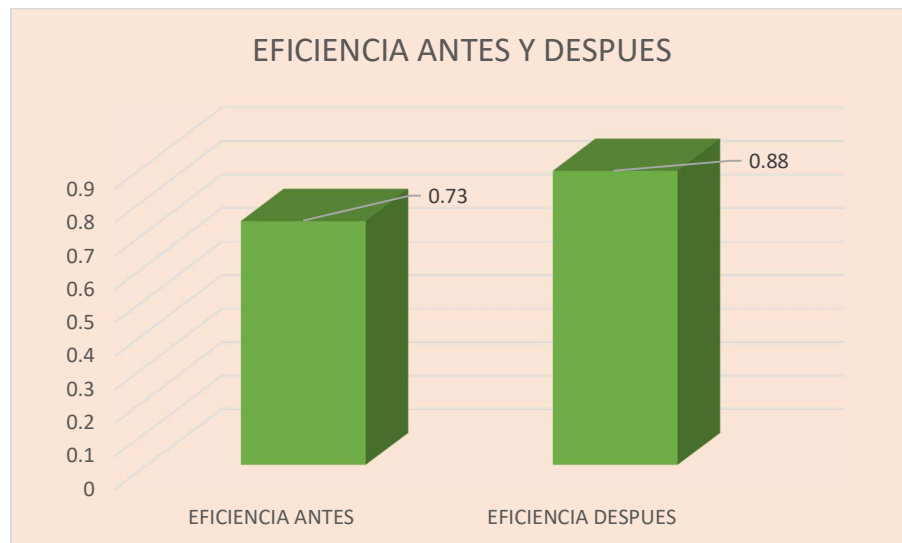


Grafico N°3 - Eficiencia antes y despues de la mejora

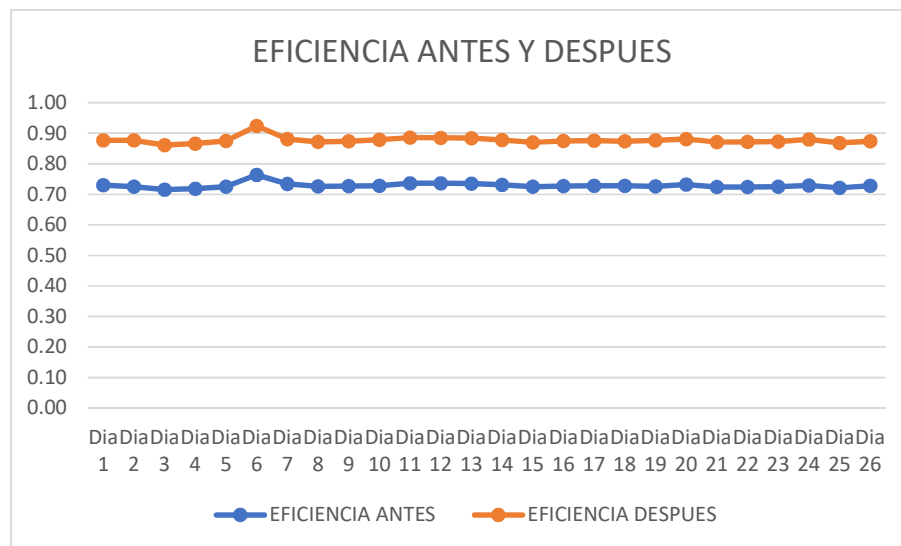


Grafico N° 4 - Grafico eficiencia de lineas antes y despues de la mejora

4.1.2.2 Indicador Eficacia

Se procedio a la comparación de los resultados de la eficacia antes y después de la mejora.

Se puede observar en la siguiente tabla N°35 que con la implementación de ingeniería de métodos la eficacia en la producción de spools revestidos se incrementa de 72% a 81%

	Eficacia Antes	Eficacia Después
DIA 1	0,69	0,75
DIA 2	0,69	0,78
DIA 3	0,69	0,76
DIA 4	0,75	0,76
DIA 5	0,75	0,81
DIA 6	0,69	0,75
DIA 7	0,75	0,81
DIA 8	0,69	0,81
DIA 9	0,63	0,81
DIA 10	0,69	0,84
DIA 11	0,75	0,75
DIA 12	0,63	0,84

DIA 13	0,69	0,84
DIA 14	0,75	0,84
DIA 15	0,69	0,76
DIA 16	0,69	0,76
DIA 17	0,75	0,81
DIA 18	0,75	0,81
DIA 19	0,69	0,83
DIA 20	0,75	0,81
DIA 21	0,75	0,79
DIA 22	0,75	0,81
DIA 23	0,81	0,88
DIA 24	0,81	0,88
DIA 25	0,75	0,84
DIA 26	0,75	0,83
PROMEDIO	0,72	0,81

Tabla 35 - Comparación de eficacia antes y despues de la mejora

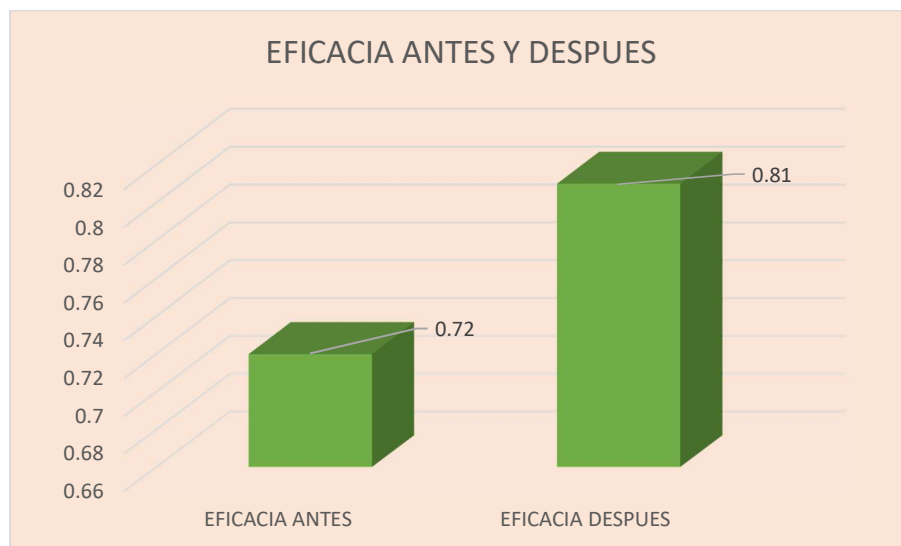


Grafico N° 5 - Eficacia antes y despues de la mejora (grafico en barras)

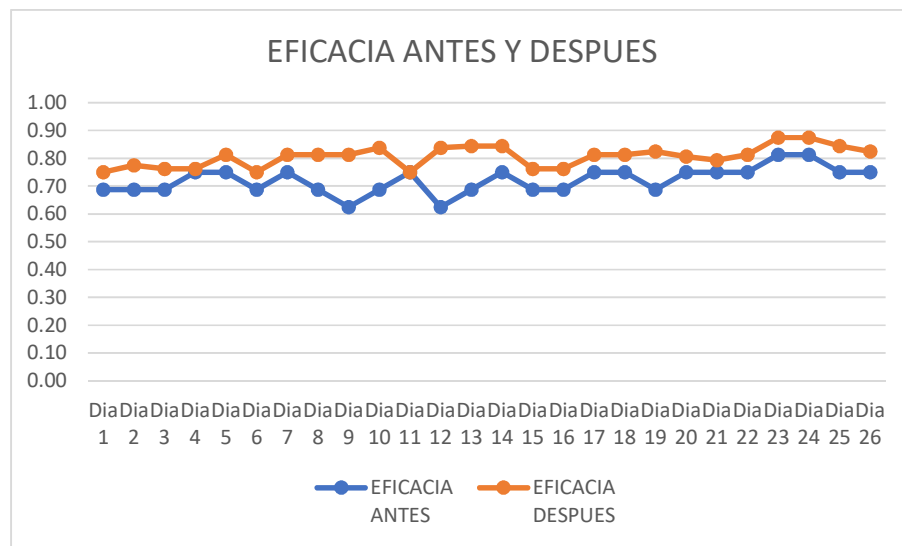


Grafico N°6 - eficacia antes y despues de la mejora (Grafico lineal)

4.1.2.3 Indicador Productividad

En la tabla siguiente N°36 procedemos a comparar los resultados de productividad del antes y después de la mejora aplicando la ingeniería de métodos. Estos resultados nos muestra que la productividad se incremento de 53% a 71% logrando asi el objetivo de la tesis de investigación.

	Productividad Antes Eficiencia x Eficacia	Productividad Después Eficiencia x Eficacia
DIA 1	0,50	0,66
DIA 2	0,50	0,68
DIA 3	0,49	0,66
DIA 4	0,54	0,66
DIA 5	0,54	0,71
DIA 6	0,52	0,69
DIA 7	0,55	0,72
DIA 8	0,50	0,71
DIA 9	0,45	0,71
DIA 10	0,50	0,74
DIA 11	0,55	0,66
DIA 12	0,46	0,74

DIA 13	0,51	0,75
DIA 14	0,55	0,74
DIA 15	0,50	0,66
DIA 16	0,50	0,67
DIA 17	0,55	0,71
DIA 18	0,55	0,71
DIA 19	0,50	0,72
DIA 20	0,55	0,71
DIA 21	0,54	0,69
DIA 22	0,54	0,71
DIA 23	0,59	0,76
DIA 24	0,59	0,77
DIA 25	0,54	0,73
DIA 26	0,55	0,72
PROMEDIO	0,53	0,71

Tabla 36 - Tabla comparativa de productividad antes y despues de la mejora

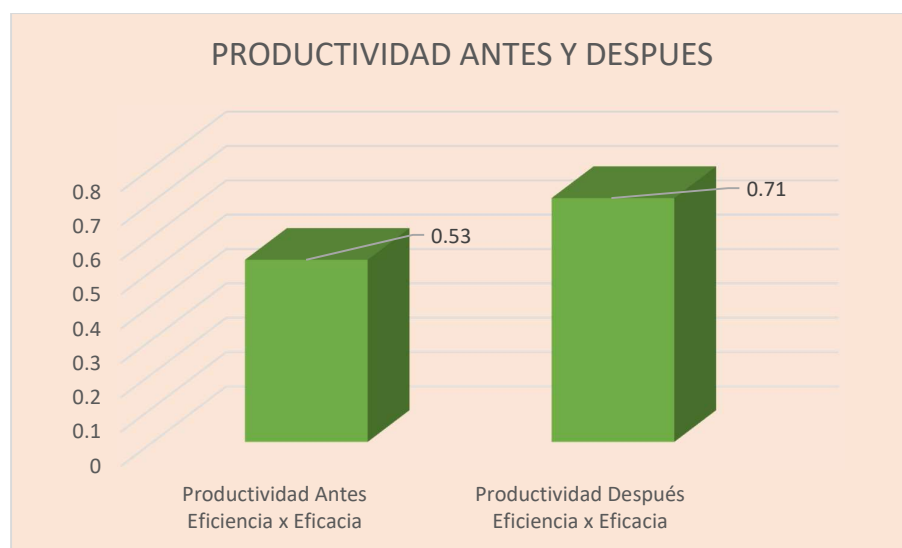


Grafico N°7 - Productividad antes y despues de la mejora (grafico en barras)

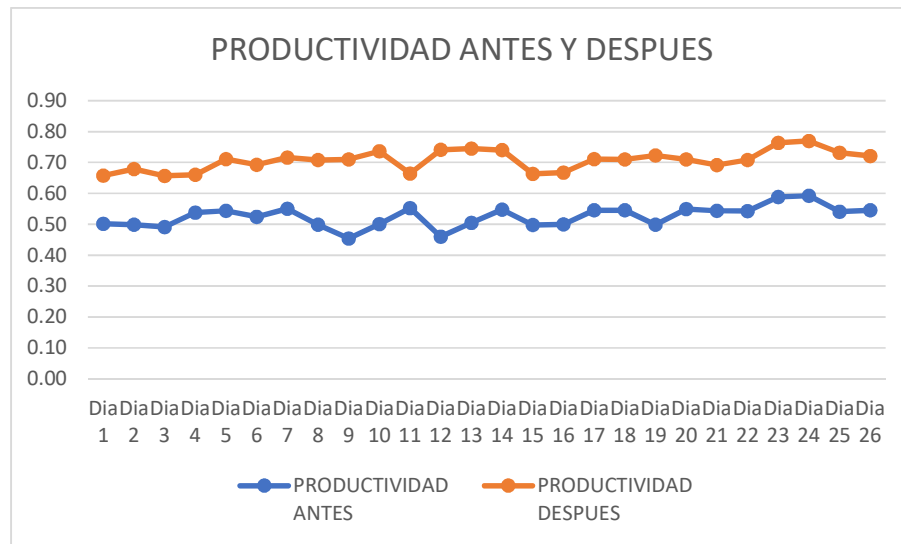


Grafico N° 8 - Productividad antes y despues de la mejora (Grafico lineal)

4.2 ESTADISTICA INFERENCIAL

PRUEBA DE NORMALIDAD: HIPOTESIS GENERAL

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son MENORES A 26, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Will.

MODELO DE VALIDACION DE LA NORMALIDAD

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS = SI

Cuadro de decisión

	ANT	DESP	CONCLUSION
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

Cuadros SPSS

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES	,203	26	,007	,923	26	,054
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	,187	26	,020	,933	26	,092

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 37 - Prueba de normalidad de la hipótesis general: Productividad

Interpretación

Según el cuadro anterior de pruebas de normalidad Shapiro Wilk : El SIG de la productividad antes es igual a 0.054 y el SIG de la productividad después es 0.092 , ambos son mayores que 0.05 por lo tanto los datos son **PARAMETRICOS** en consecuencia el estadístico para contrastar la hipótesis general será **T STUDENT**

Contrastación de la hipótesis general

H₀: La aplicación de Ingeniería de métodos no incrementa la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

H_a: La aplicación de Ingeniería de métodos mejora la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{ProductividadAntes}} \leq \mu_{\text{ProductividadDespues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{ProductividadAntes}} < \mu_{\text{ProductividadDespues}}$$

53

71

Cuadro SPSS

Prueba T

Estadísticos de muestras relacionadas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
PRODUCTIVIDAD_ANTES	,5254	26	,03444	,00675
Par 1 PRODUCTIVIDAD_DESPUES	,7073	26	,03269	,00641

Tabla 38 - Prueba T de hipótesis general : Productividad

Correlaciones de muestras relacionadas			
	N	Correlación	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES y PRODUCTIVIDAD_DESPUES	26	,319	,112

Tabla 39 - Correlación de muestras relacionadas de hipótesis general : Productividad

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
PRODUCTIVIDAD _ANTES - PRODUCTIVIDAD _DESPUES	-,18192	,03919	,00769	-,19775	-,16609	-23,668	25	,000

Tabla 40 - Prueba de muestras relacionadas de hipótesis general : Productividad

Mejora la productividad $\frac{0.7073 - 0.5254}{0.5254} * 100 = 34.62\%$

0.5254

Interpretaciones : En las 3 tablas anteriores, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes de aplicar la ingeniería de métodos (0.5254) es menor que la media de la productividad después de aplicar la ingeniería de métodos (0.7073), por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021

PRUEBA DE NORMALIDAD: HIPOTESIS ESPECIFICA 1

Ha: La implementación de Ingeniería de Métodos incrementa el cumplimiento de metas de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia, 2021

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 1 general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son MENORES A 26, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de **Shapiro Will**.

MODELO DE VALIDACION DE LA NORMALIDAD

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS = SI

Cuadro de decisión

	ANT	DESP	CONCLUSION
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

Cuadros SPSS

Explorar

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	,266	26	,000	,856	26	,002
EFICACIA_DESPUES	,194	26	,013	,917	26	,039

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 41 - Prueba de normalidad de hipótesis específica 1 : Eficacia

Interpretación

Según el cuadro anterior de pruebas de normalidad Shapiro Wilk : El SIG de la eficacia antes es igual a 0.002 y el SIG de la eficacia después es 0.039 , ambos son menores que 0.05 por lo tanto los datos son **NO PARAMETRICOS** en consecuencia el estadístico para contrastar la hipótesis específica 1 será **WILCOXON**.

Contrastación de la hipótesis general

H₀: La aplicación de Ingeniería de métodos no incrementa la eficacia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

H_a: La aplicación de Ingeniería de métodos incrementa la eficacia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{EficaciaAntes}} \leq \mu_{\text{EficaciaDespues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{EficaciaAntes}} < \mu_{\text{EficaciaDespues}}$$

72

80

Cuadro SPSS

Pruebas no paramétricas

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	26	,7223	,04563	,63	,81
EFICACIA_DESPUES	26	,8062	,03837	,75	,88

Tabla 42 - Prueba no paramétricas de hipótesis específica 1 : Eficacia

Estadísticos de contraste ^a	
	EFICACIA_DES PUES - EFICACIA_ANT ES
Z	-4,394 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Tabla 43 - Estadísticos de contraste de hipótesis específica 1 : Eficacia

Interpretaciones : En las 2 tablas anteriores, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes de aplicar la ingeniería de métodos fue (0.7223) y esta es menor que la media de la eficacia después de aplicar la ingeniería de métodos el resultado fue (0.8062), por consiguiente, se acepta la hipótesis específica 1 de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de ingeniería de metodos incrementa la eficacia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecanica, Independencia, 2021.

PRUEBA DE NORMALIDAD: HIPOTESIS ESPECIFICA 2

Ha: La implementación de Ingeniería de Métodos incrementa la eficiencia de la fabricación de spools revestidos en una Metalmecánica, Independencia,2021

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 2 , es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son MENORES A 26, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de **Shapiro Will**.

MODELO DE VALIDACION DE LA NORMALIDAD

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS = SI

Cuadro de decisión

	ANT	DESP	CONCLUSION
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

Cuadros SPSS

Explorar

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	,348	26	,000	,710	26	,000
EFICIENCIA_DESPUES	,302	26	,000	,735	26	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 44 - Prueba de normalidad de hipótesis específica 2: Eficiencia

Interpretación

Según el cuadro anterior de pruebas de normalidad Shapiro Wilk : El SIG de la eficiencia antes es igual a 0.000 y el SIG de la eficiencia después es 0.000 , ambos

son menores que 0.05 por lo tanto los datos son NO PARAMETRICOS en consecuencia el estadístico para contrastar la hipótesis específica 2 será **WILCOXON**.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H₀: La aplicación de Ingeniería de métodos no incrementa la eficiencia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

H_a: La aplicación de Ingeniería de métodos incrementa la eficiencia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021.

Regla de decisión:

H₀: $\mu_{\text{Eficiencia Antes}} \leq \mu_{\text{Eficiencia Despues}}$

H_a: $\mu_{\text{Eficiencia Antes}} < \mu_{\text{Eficiencia Despues}}$

73

88

Cuadro SPSS

Pruebas no paramétricas

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	26	,7292	,00845	,72	,76
EFICIENCIA_DESPUES	26	,8777	,01107	,86	,92

Tabla 45 - Prueba no paramétricas - estadísticos descriptivos de la hipótesis específica 2 : Eficiencia

Estadísticos de contraste ^a	
	EFICIENCIA_D ESPUES - EFICIENCIA_A NTES
Z	-4,722 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Tabla 46 - Estadísticos de contraste de hipótesis específico 2 : Eficiencia

Interpretaciones : En las 2 tablas anteriores, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes de aplicar la ingeniería de métodos fue (0.7292) y esta es menor que la media de la eficiencia después de aplicar la ingeniería de métodos el resultado fue (0.8777), por consiguiente, se acepta la hipótesis específica 2 de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la eficiencia en la fabricación de spools revestidos, en una metalmeccanica, Independencia, 2021.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación quedo demostrado que al aplicar la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos en una empresa metalmecanica, quedo corroborada ya que se alcanzo los logros en los objetivos planteados. Al aplicar las mejoras se vio reflejado el aumento en la eficacia, eficiencia y por consiguiente en la productividad de la empresa.

Discusión 1

En la pagina 108 y de la tabla N° 38 se llego a obtener los resultados de la media de la productividad antes que fue de 0.5254 (52,54%) y de la productividad después que fue de 0.7073 (70.73%) de esta manera se aceptó la hipótesis general de la investigación demostrando que la implementación de Ingenieria de métodos incrementa la productividad de la fabricación de spools revestidos en una metalmecanica, Independencia, 2021. Esto nos conlleva a la comparación que se dio con una muestra de 26 días antes y después de la aplicación de la mejora dando como resultado un promedio de 53% antes y 71% de después. Asimismo, Vasquez Galvez (2017), determino como objetivo para controlar la fluidez del proceso productivo en la empresa por medio de la aplicación de ingeniería de métodos y lograr estandarizar los métodos y mejorando significamente este con la mejora de la productividad en un 27% y que la producción comparado con el año anterior mejora en un 21%. De la misma manera Taype(2018) quien su tesis titula la aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pan francés en la panaderia Aurelio, se llego a demostrar que hubo incremento de la productividad en area de producción del pan Frances y este fue de 76.70% a 89.43% dándose un incremento de 16.59%. Concluyendo también que Kanawaty (1996 , pag. 19-20) que la ingeniería de metodos agrupa varios procedimientos del estudio de métodos y calculo del trabajo y estos se relacionan entre si. En conclusión nos da a conocer la medición del trabajo y los procedimientos del estudio de métodos para una mejora.

Discusión 2

Los resultados obtenidos con respecto a la eficacia nos comprueban que la Hipotesis especifica 1 es aceptada , basado en eso afirmar que la implementación de ingeniería de métodos aumenta la eficacia en un 12.5% puesto que la media de

la eficacia de antes de las mejoras fue de 72% y la media de la eficacia después fue 81%. Estos resultados de mejora son respaldados por Huarca Alvarez(2017) que en su tesis aplicación de estudio de métodos para incrementar la productividad en el proceso de línea de confección de ropa en la empresa creaciones kevin, implemento estudio de métodos obteniendo que la eficacia antes promedio de 86.6% llegue a ser de 98.5% y de esa manera mejoro la productividad en 13.6%

Discusión 3

Los resultados obtenido en la eficiencia nos comprueba que la hipótesis específica 2 fue aceptada, ya en ese sentido afirmamos de que la implementación de la ingeniería de métodos aumenta la eficiencia en un 20,54 ya que la media de la eficiencia antes fue de 73% y la media de la eficiencia después fue de 88% estos resultados quedan respaldados por Sanchez, Guzman, Alzate que en su tesis que titula Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado clásico para dama de la empresa caprichosa implemento un nuevo método de producción y obteniendo así que la eficiencia de línea aumente en un 87% .

VI. CONCLUSIONES

Luego de investigar , estudiar y analizar los resultados logrados concluimos que:

La presente investigación concluye que la implementación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la fabricación de spools revestidos en una metalmeccanica , Independencia , 2021. ya que antes de la implementación la productividad era de 53% y luego de la implementación se obtuvo el resultado de 71% de productividad , logrando asi una mejora del 33,96%.

Asi mismo la presente investigación con respecto al primer objetivo especifico 1 concluye y queda demostrado que la implementación de la Ingenieria de métodos incrementa la eficacia en la fabricación de spools revestidos en una metalmeccanica, Independencia, 2021. Ya que antes de la implementación de la ingeniería de métodos la eficacia era de 72% y después de la implementación de ingeniería de métodos se obtuvo que la eficacia es de 81% , logrando asi una mejora de 12.5%.

De igual forma la presente investigación con respecto al segundo objetivo especifico 2 concluye y queda demostrado que la implementación de la Ingenieria de métodos incrementa la eficiencia en la fabricación de spools revestidos en una metalmeccanica, Independencia, 2021. Ya que antes de la implementación de la ingeniería de métodos la eficiencia era de 73% y después de la implementación de ingeniería de métodos se obtuvo que la eficiencia es de 88% logrando asi una mejora de 20.54%.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo realizamos las siguientes recomendaciones con la finalidad de incrementar productividad en sistemas productivos.

En cuanto a la **productividad** ya que hay un incremento significativo de 53% a 71% ese verá reflejado en mejoras económicas para la el actual y futuros proyecto que participe la metalmecánica

Así mismo haciendo la comparación de las mejoras en la **eficiencia** que fue de 73% a 88% esto nos da un buen panorama en el presente y a un futuro ya que se reducirán los costos de fabricación en gran medida ya que se lograrán las metas programadas con menos insumos.

En el comparativo de la **eficacia** de antes de y después vemos que hubo una mejora de 72% a 81% esto nos asegura el cumplimiento de nuestra meta de producción y por ende la empresa metalmecánica tendrá una buena calificación a futuros contratos por potenciales clientes.

Implementar la propuesta de métodos que se ha realizado en esta investigación para la empresa, de tal forma que, se mejore la situación actual de la productividad y el cumplimiento de órdenes.

Controlar la producción mediante el método implementado, trabajar con el nuevo tiempo estandarizado para incrementar mes a mes la productividad, manteniendo los indicadores de eficiencia y eficacia obteniendo resultados favorables.

Desarrollar un procedimiento que incluya las actividades estandarizadas en el presente trabajo y capacitar a los trabajadores en cada uno de los procesos que se presentan, para que estos puedan saber que actividades les competen, y en cuanto tiempo realizarla.

Aplicar ingeniería de métodos anualmente a empresas o plantas de producción para identificar malas prácticas o errores involuntarios en su proceso.

VIII. REFERENCIAS

Palacios Acero, Luis Carlos (2016) Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos .segunda edición . Colombia: editorial ECOE.

REVISTA la Industria global del acero (en línea). Medellin, 2021 disponible en <https://institutoasteco.com/asteco/la-industria-global-del-acero-una-perspectiva-positiva-en-este-2021/>

REVISTA ¿Cómo se recupera la industria metalmecanica del impacto Covid-19 ?(en línea). Lima ,2021 disponible en <https://www.hlcsac.com/noticias/recuperacion-industria-metalmecanica-del-impacto-covid-19/>

REVISTA Impulso para la industria metalmecanica en el Peru (en línea), Lima,2021 disponible en <https://lacamara.pe/informe-especial-impulso-para-la-industria-metalmecanica/>

REVISTA oportunidades del sector metalmecánico en el exterior(en línea), lima ,2021 disponible en <https://lacamara.pe/las-oportunidades-del-sector-metalmecanico-en-el-exterior/>

REVISTA oportunidad de Perú de exportar metalmecanica a China tras conflicto con EEUU(en línea), Lima , 2021 disponible en <https://www.rumbominero.com/noticias/economia/peru-tendria-oportunidad-de-exportar-metalmecanica-tras-conflicto-comercial-entre-ee-uu-y-china/>

Villarrel ,Jhon . Historia de la metalmecanica(en línea), , Lima, 2020. Disponible en https://www.academia.edu/29423280/Historia_de_la_Metalmec%C3%A1nica

REVISTA Urge un cambio de estrategia para el sector metalmecánico en el Perú (en línea), Lima , 2021 disponible en <https://lacamara.pe/urge-un-cambio-de-estrategia-para-el-sector-metalmecanico/>

Vela, Garcia. Aplicación de la ingeniería de Metodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético. Tesis (Titulo Ingenieria Industrial), Lima , 2019.

Vasquez. Aplicación de Ingenieria de Metodos y su relación con la productividad de la línea de tanques de la empresa Head Leaching consulting Sac periodo 2011-2012. Tesis(Titulo Ingenieria Industrial), Lima 2019.

Astahuaman. Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el proceso de producción en una fabrica de sanitarios. Tesis (titulo ingeniería industrial), Lima,2018.

Asalde. Mejora del proceso productivo para incrementar la producción en la panaderia y pasteleria ricopan SRL. Tesis(Titulo ingeniería industrial), Lima,2017.

Galvez, Vasquez. Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos. Tesis (Titulo ingeniería industrial) , Lima, 2017.

Suarez , Andres. Estudio de métodos y medición del trabajo para el diagnostico de productividad en el laboratorio Alpha metrología SAS. Tesis (Titulo ingeniería industrial), Bogota,2020.

Yuqui, Jose. Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías megabus. Tesis (título Ingeniería Industrial) , Ecuador, 2016.

Villacreses, Gilly. Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de guayusa ecocampo. Tesis (Título Ingeniería Industrial), Ecuador, 2018

Vasquez , Oscar. Ingeniería de métodos , Chiclayo-Perú , 2012 disponible en https://issuu.com/ingenieriaarquitecturausat/docs/ingenieria_de_metodos

Vasquez , oscar, Ingeniería de métodos , Perú, 2010, 117pp.

Duran, Freddy. La ingeniería de métodos como las herramientas de la ingeniería industrial , ecuador, 2007. Disponible en [https://www.academia.edu/34727817/Libro INGENIERIA DE METODOS Freddy Alfonso Dur%C3%A1n](https://www.academia.edu/34727817/Libro_INGENIERIA_DE_METODOS_Freddy_Alfonso_Dur%C3%A1n)

Niebel y Andris. Ingeniería Industrial métodos estándares y diseño, México, 2009. Disponible en <https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa Industrial 12ma Niebel y Freivalds>

Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996

García, Criollo. Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo segunda edición, 2015 disponible en [https://www.academia.edu/6472658/ESTUDIO_DEL_TRABAJO ROBERTO GARCIA CRIOLLO](https://www.academia.edu/6472658/ESTUDIO_DEL_TRABAJO_ROBERTO_GARCIA_CRIOLLO)

Summers. Tareas que agregan valor al proceso, 2002 . pag 222

Garcia, Tiempo normal, ritmo normal y factor ritmo , 2012 , pag.224

Gutierrez, calidad total y productividad,3ra edición ,2010, disponible en https://issuu.com/ihugom/docs/calidad_total_y_productividad_3edi

Arias,Proyecto de investigación. Población, muestra y muestre, sexta edición ,2012 disponible en https://www.academia.edu/23573985/El_proyecto_de_investigaci%C3%B3n_6ta_Edici%C3%B3n_Fidias_G_Arias_FREELIBROS_ORG

Bernal, Metodologia de la investigación , 3ra edición,Bogota, 2010 disponible en <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Castrillon, cronometros para estudio de tiempos, Ecuador, 2014 disponible en <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>

Gutierrez y Valdivieso, ingenieria de métodos para incrementar la productividad en filete de anchoas, Lima, 2019 disponible en <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v5i2.2333>

Valderrama, Elaborar proyectos de investigación , Lima, 2013

Fernando ,Ulloa . Mejora de métodos para incrementar productividad en área laminación,planos y derivados. Tesis para titulo de ing, industrial , Chimbote,2018

Sampieri , Metodologia de la investigación científica , libro en línea, 2014 disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/investigación.pdf>

Rodriguez y Parra, investigación , desarrollo y innovación ,2016 disponible en <https://dx.doi.org/10.19053/20278306.4602>

Perez, herramientas control de calidad en mypes, 2019 vol20 disponible en <https://cort.as/-Tlq8>

Gomez Marcelo, Introducción a la metodología investigación científica, 2015 disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXP4U7aMC>

Leonela,Fuentes Kiazen para incrementar la productividad en la preproducción de una textil. Tesis (titulo ing. Industrial) , 2017.

Balvin Jonathan, Ingenieria de métodos para incrementar productividad en una panificadora, Chosica, 2020

Figuroa Keyla y jackelyn galindo, mejora en la fabricación de montaje de líneas criogénicas aplicando la herramienta lean manufacturing para reducir los tiempos de instalación de tuberías. Tesis(titulo ingeniería industrial),Lima, 2019.

Lopez,Giancarlo estudio de métodos en producción de spools de tuberías para incrementar la productividad en empresa metalmechanica hermanos Benites,Lima, 2020

Collado maría,Rivera Juan, mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecanico automotriz. Tesis (titulo ingeniería industrial) ,Lima, 2018.

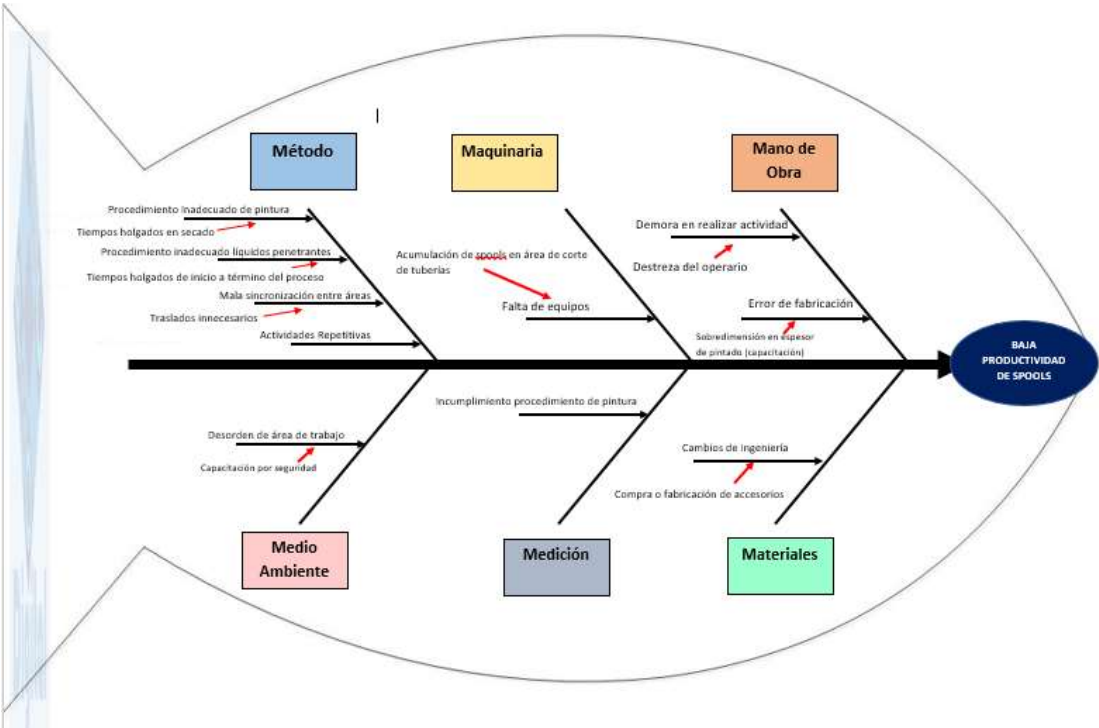
IX. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

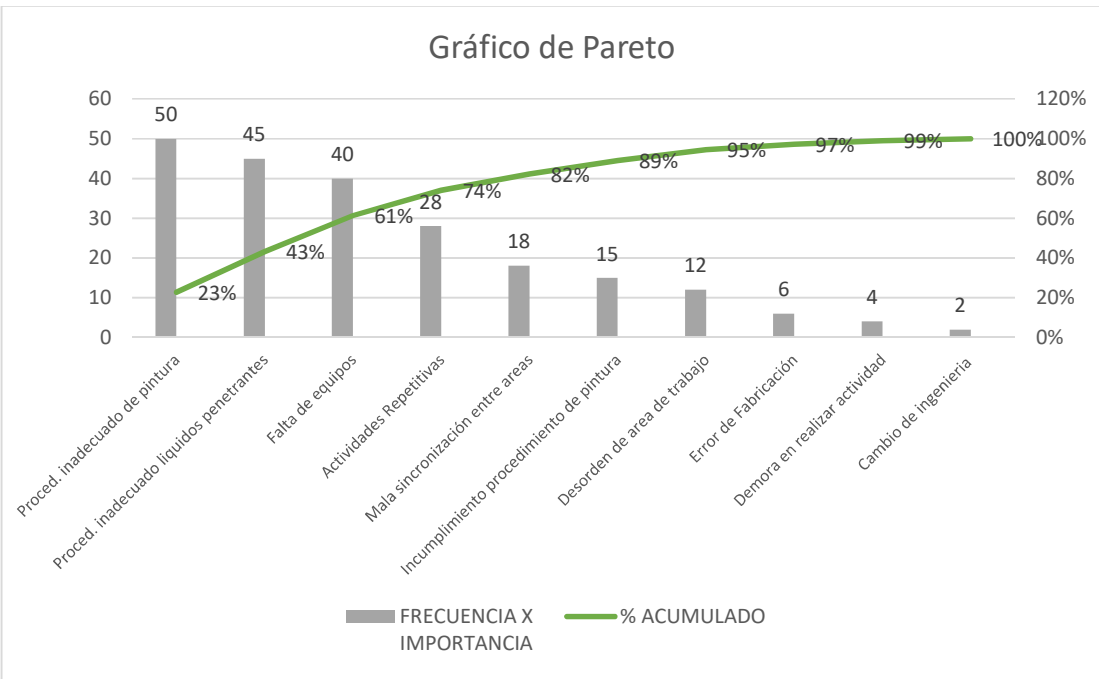
Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción de en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad, el que tarda dicho procedimiento. Según Harnold B. Maynard	Aplicar la Ingeniería de métodos nos sirve para incrementar la productividad y por defecto reducir el costo por unidad, logrando así que se obtenga la mayor producción de bienes para mayor número de personas.	Métodos	<p>Tiempo Estándar</p> $TE = TN * (1 + S)$ <p>TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p> <p>TAV= $((TT - TNP) / TT) * 100$</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	Razón

Variable dependiente: Productividad	<p>La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Según Martinez (2007)</p>	<p>La productividad es la relación obtenida entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados para alcanzar dicha producción. Los materiales son elementos que se pueden transformar y pueden ser usados para producir algo con un fin específico.</p>	Cumplimiento de metas	<p>Eficacia</p> <p>E= pulgadas diámetro fabricadas/ pulgadas diámetro programadas</p>	Razón
			Optimización de recursos	<p>Eficiencia</p> <p>E= Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro/ Tiempo programado disponible</p>	Razón

Anexo 2. Diagrama de Ishikawa



Anexo 3. Diagrama de Pareto



Anexo 4. Almacenamiento de bridas



Anexo 5. Equipo de corte de control numerico



Anexo 6. Equipo de ranurado de tubería



Anexo 7. Ranura en tuberías



Anexo 8. Nivelación de brida



Anexo 9. Apuntalado de spool



Anexo 10. Proceso de soldadura de spool



Anexo 11. Pegado manual de caucho



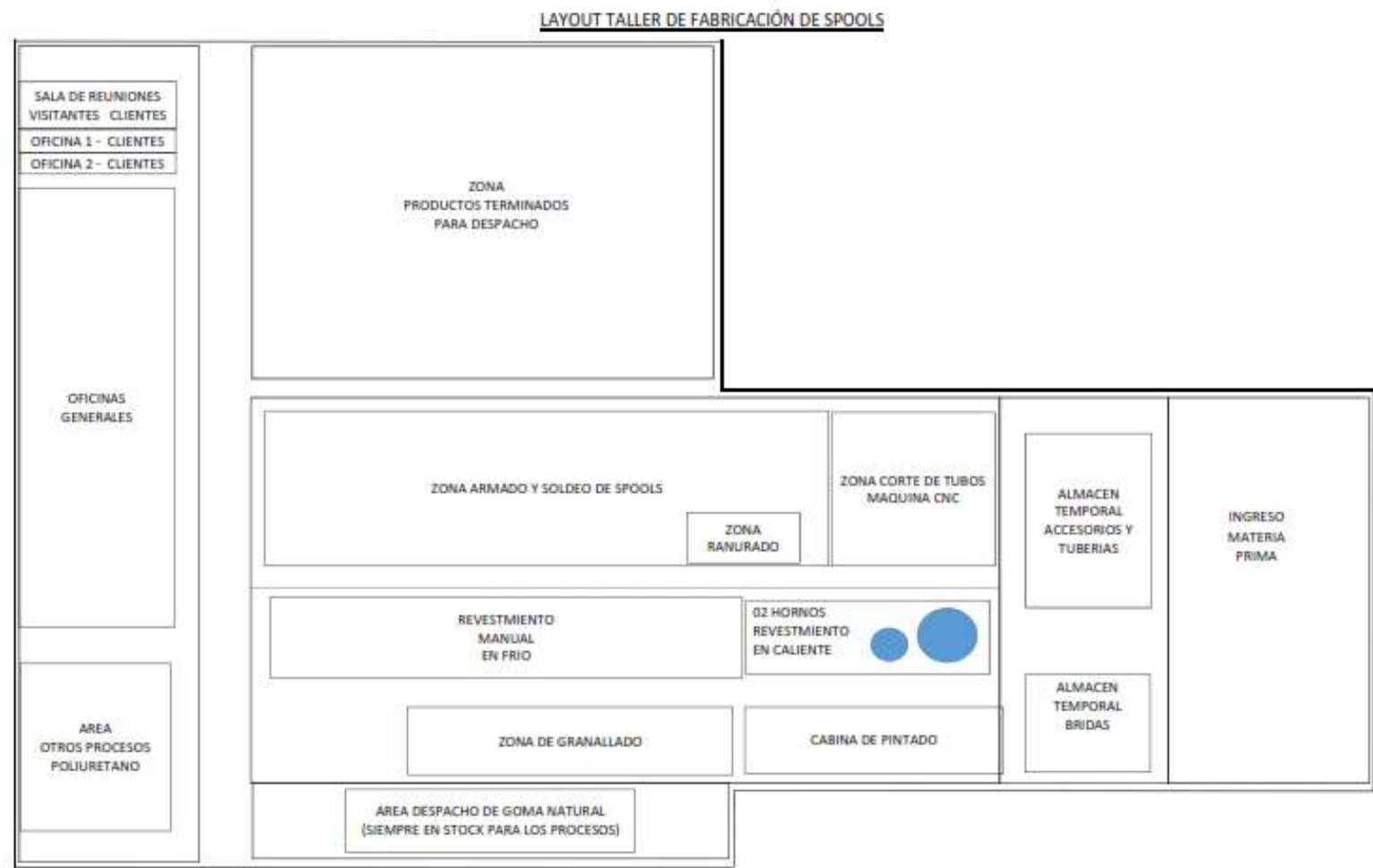
Anexo 12. Ingreso del spool a vulcanizado



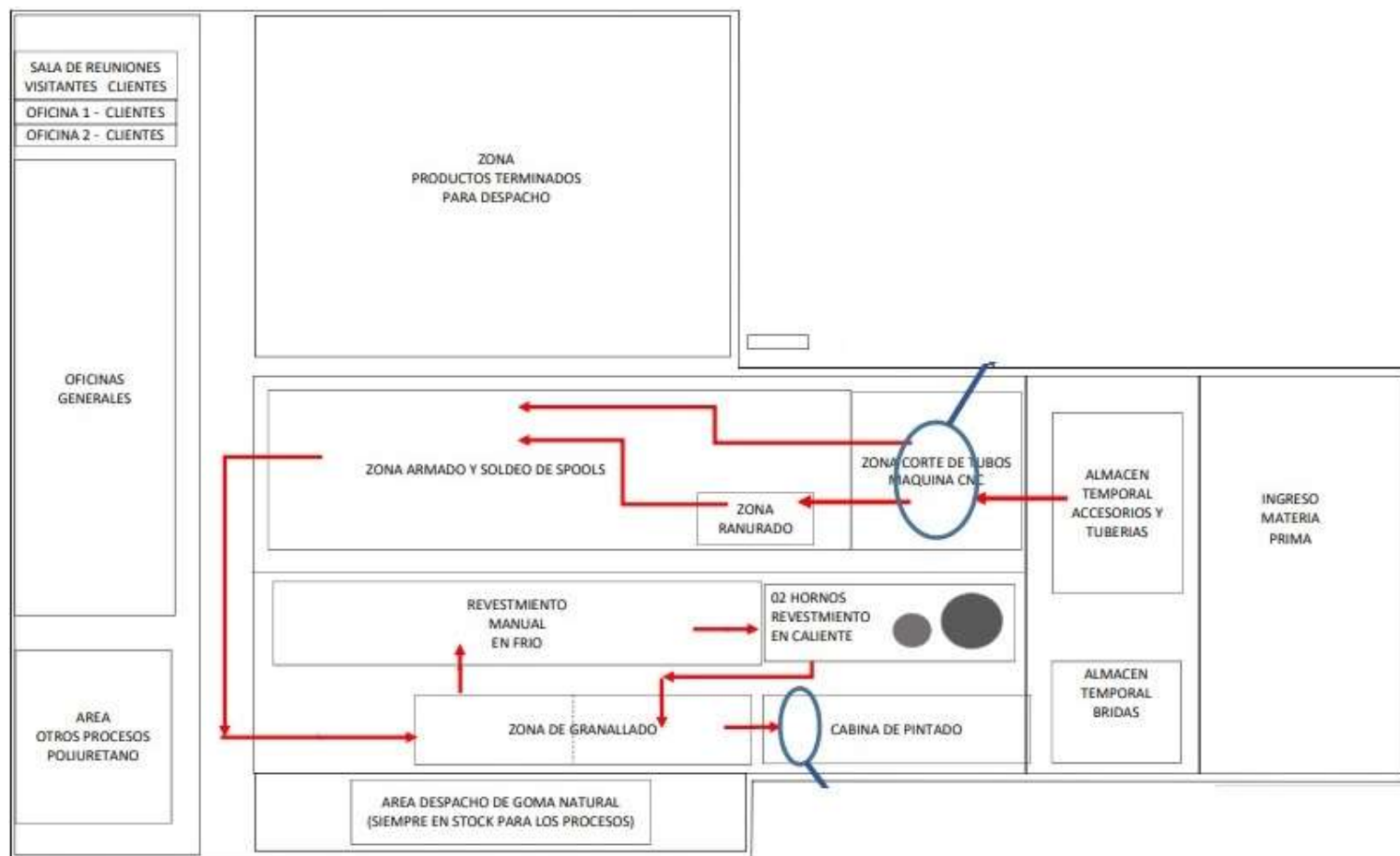
Anexo 13. Spool en la cámara de pintado



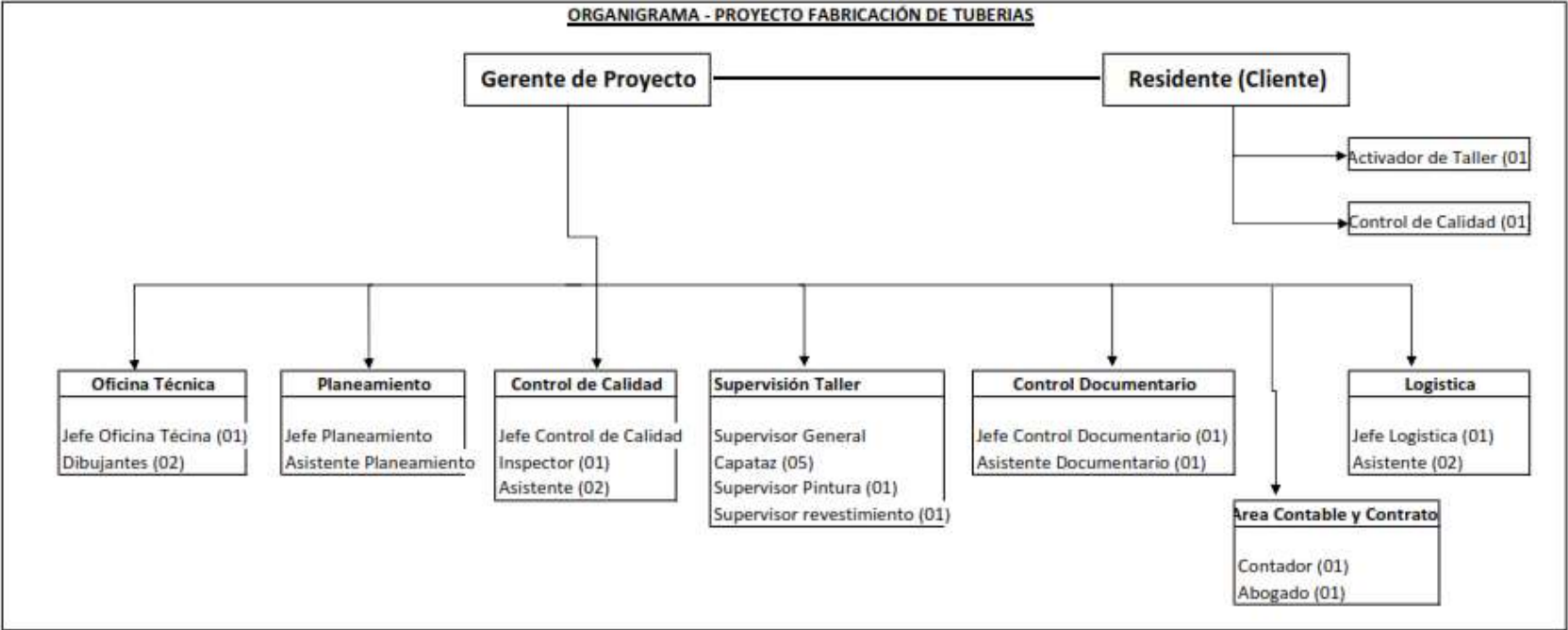
Anexo 14. Layout taller fabricación de spools



Anexo 15. Recorrido del proceso en el layout



Anexo 16. Organigrama proyecto fabricación de spools



Anexo 17. Tiempos tomados para el estudio de mejora en la producción de spools – Antes de la mejora







TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS ANTES DE MEJORA																											
N° Act.	Descripción de la actividad	EMPRESA: TALLER DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS- INDEPENDENCIA										AREA:		TALLER DE PRODUCCIÓN													
		MÉTODO: PRETEST										PROCESO:		PRODUCCIÓN SPOOL													
		ELABORADO POR: ARNOLD AGUIRRE										PRODUCTO:		SPOOLS (PULGADA DIÁMETRO)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.60	14.30	14.20	14.90	15.50	15.70	15.10	15.00	15.00	15.00	16.00	15.20	15.80	14.80	15.50	15.00	15.50	15.20	14.90	14.50	15.00	15.00	16.00	15.00	14.80	14.90
2	Traslado desde almacenamiento al área de corte (Montacarga)	15.15	15.90	15.10	14.80	15.00	15.20	15.50	16.20	15.00	15.30	14.90	14.90	15.00	15.10	15.00	15.20	15.00	15.00	14.80	14.90	14.90	15.00	15.00	15.00	15.40	
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	98.00	115.00	111.00	115.00	113.00	98.00	98.00	101.00	100.00	110.00	99.00	98.00	99.00	100.00	99.00	102.00	103.00	101.00	104.00	104.00	106.00	107.00	108.00	109.00	110.00	100.00
4	Traslado de corte CNC a armado	22.00	21.30	21.40	20.30	22.00	21.50	20.90	20.60	20.80	20.10	20.80	20.90	20.90	20.30	20.30	21.30	21.20	21.20	21.10	21.00	21.60	22.30	22.30	21.10	19.90	20.90
5	Revisión finales de extremos (Producidos en CNC)	20.00	20.10	21.00	20.90	20.10	18.90	19.10	19.60	19.80	19.00	19.50	18.90	19.90	19.00	18.20	17.90	18.80	15.90	19.00	18.50	18.90	19.00	18.00	19.00	18.00	18.00
6	Traslado de corte CNC a ranurado	14.00	15.00	16.00	15.90	16.00	14.80	15.00	15.90	16.00	15.10	15.80	15.80	14.90	14.50	14.00	15.10	15.30	15.10	14.90	14.20	14.60	15.10	15.40	14.80	14.80	14.90
7	Ranurado	55.00	58.00	60.00	61.00	59.00	59.00	58.00	59.00	60.00	61.00	60.00	61.00	60.00	60.00	59.00	63.00	63.00	63.00	62.00	62.00	63.00	61.00	60.00	60.00	61.00	
8	Traslado de ranurado a armado	15.90	15.90	14.80	14.10	15.00	15.80	15.70	15.60	14.90	15.80	15.20	15.40	15.10	15.10	15.10	15.40	14.90	15.00	15.60	14.20	15.20	15.80	15.80	15.60	15.00	15.00
9	Armado - Alineamiento de spools	119.00	125.00	130.00	118.00	115.00	115.00	118.00	120.00	116.00	115.00	125.00	121.00	110.00	120.00	120.00	121.00	125.00	123.00	124.00	119.00	118.00	125.00	121.00	122.00	121.00	119.00
10	Inspección dimensional del spool (Ante Control de Calidad)	4.90	5.00	5.10	5.20	5.00	5.40	5.10	5.00	4.90	5.00	4.80	5.20	4.90	5.00	4.80	5.10	5.00	5.00	5.40	5.10	5.90	4.80	4.50	5.00	5.00	5.00
11	Apuntaleado de spool	41.00	45.00	43.90	43.50	44.50	40.90	40.90	40.80	40.70	43.10	42.90	40.10	39.60	41.90	42.90	43.80	43.10	43.50	41.90	44.10	40.10	40.20	41.20	39.90	43.10	42.50
12	Control de variables de soldadura	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	4.80	5.80	4.90	4.80	5.10	5.00	5.10	5.80	5.20	5.00	5.40	5.00	5.50	5.10	4.90	4.70	5.00	5.00	4.50	5.00	5.00
13	Soldadura de spool (320 PD)	370.00	365.00	374.00	372.00	372.00	370.00	375.00	362.00	372.00	370.00	361.00	362.00	368.00	370.00	365.00	366.00	366.00	376.00	370.00	359.00	365.00	368.00	367.00	368.00	369.00	365.00
14	Ulimpeza cordones de soldadura	18.90	18.70	20.20	20.30	20.10	20.10	23.10	21.40	20.90	20.90	20.80	22.40	20.50	19.90	20.10	19.90	18.90	21.10	22.10	21.10	20.30	19.90	19.90	19.90	19.90	19.00
15	Aplicación Líquidos penetrantes	240.30	241.00	242.00	245.00	245.00	240.60	238.00	250.30	245.00	240.10	229.50	235.00	239.00	238.00	251.30	235.00	245.90	240.80	242.00	242.10	243.20	241.00	242.00	245.80	242.00	242.00
16	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.90	38.90	37.90	39.60	36.90	40.10	40.90	40.50	41.10	41.70	40.70	41.80	38.90	39.10	40.50	40.20	39.80	39.90	38.50	37.90	41.10	41.50	41.10	39.80	39.90	40.50
17	Secado después de remoción de excedente	60.00	65.00	62.00	61.00	55.00	60.00	50.00	50.00	51.00	52.00	55.00	55.00	54.00	56.00	55.00	54.00	56.00	57.10	56.00	53.90	56.00	56.10	55.10	53.00	55.40	56.10
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	56.00	56.00	57.00	58.00	59.00	55.00	54.00	53.00	53.00	53.00	54.00	55.00	55.00	55.00	53.00	54.00	53.00	54.00	55.00	55.00	56.00	57.00	56.00	58.00	55.00	55.00
19	Radiografía de soldaduras	78.00	72.00	75.00	74.00	74.00	73.00	74.00	76.00	76.00	75.00	75.00	75.00	76.00	78.00	78.00	72.00	73.00	71.00	70.00	70.00	78.00	78.00	79.00	78.00	78.00	75.00
20	Traslado de spool para armado interno	13.00	14.00	15.00	14.50	14.00	15.00	15.10	16.00	15.00	14.90	14.80	15.00	15.80	15.10	14.10	14.90	14.90	15.00	16.00	15.90	15.00	15.00	15.10	15.60	15.90	15.60
21	Control de condiciones pre armado (Equipos y ambiente)	10.00	10.10	10.00	10.90	11.00	9.90	10.10	8.90	9.90	10.00	9.80	9.90	9.70	10.10	10.00	10.00	10.50	10.00	10.90	9.80	9.50	9.10	10.20	9.70	10.80	10.00
22	Proceso de armado (interior tubería)	39.50	40.50	40.00	41.10	42.50	40.00	40.20	41.10	39.90	40.90	41.90	42.50	42.50	40.90	42.10	41.90	40.10	39.90	38.90	39.80	38.10	37.90	38.00	38.90	39.50	40.10
23	Control superficial post armado (Perfil de anclaje)	14.50	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.60	16.00	15.90	15.90	15.90	15.90	14.80	15.10	15.00	14.50	14.90	15.00	14.30	14.10	14.10	15.00	15.00	15.00	14.50	14.90
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.00	10.00	10.00	9.80	9.70	9.50	9.50	10.40	10.50	9.50	9.90	9.90	9.80	10.00	10.50	11.00	10.20	10.00	10.10	11.00	10.00	10.00	9.90	10.80	10.00	10.00
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	62.00	61.00	64.00	68.00	55.00	60.00	60.00	60.00	57.00	61.00	58.00	59.00	59.00	60.00	60.00	60.00	57.00	61.00	58.00	55.00	60.00	61.00	58.00	59.00	60.00	60.00
26	Secado Imprimante	40.00	40.00	45.00	45.00	44.00	48.00	48.00	46.00	47.00	46.00	49.00	42.80	43.60	45.00	45.00	44.90	46.00	48.80	50.00	45.00	47.80	45.50	41.00	42.80	45.90	45.10
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	57.00	63.00	63.00	59.00	58.00	60.00	61.00	63.00	63.00	63.00	65.00	55.00	60.00	60.00	57.00	61.00	58.00	55.00	60.00	61.00	58.00	59.00	58.00	55.00	61.00	59.00
28	Secado Chemlok 220	61.00	62.00	59.00	60.00	63.00	62.00	60.00	60.00	60.00	59.00	59.00	61.00	62.00	63.00	59.00	62.00	63.00	59.00	60.00	60.00	60.00	59.00	59.00	60.00	60.00	60.00
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	59.00	58.00	59.00	60.00	61.00	60.00	61.00	60.00	60.00	61.00	59.00	60.00	61.00	61.00	60.00	62.80	61.00	61.00	62.90	61.00	60.00	61.00	60.00	59.80	62.00	60.00
30	Secado cemento	19.10	19.60	19.10	20.10	20.50	19.00	20.00	20.00	20.00	18.90	20.00	20.10	20.10	20.20	20.10	19.90	19.80	19.10	18.90	19.70	20.00	20.00	21.00	19.80	21.90	21.00
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.40	22.90	19.70	18.10	19.10	21.00	21.90	21.10	21.90	20.10	20.20	20.80	21.40	22.10	21.50	20.90	18.90	17.90	20.10	20.10	20.90	20.10	19.80	19.90	20.10	19.90
32	Pegado manual de Caucho en tubería	118.00	115.00	125.00	123.00	125.00	119.00	118.00	125.00	124.00	120.00	120.00	121.00	122.00	118.00	125.00	124.00	118.00	118.00	117.00	120.00	119.00	119.00	119.00	118.00	120.00	120.00
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.90	14.90	15.60	14.10	14.00	15.00	15.10	15.10	15.10	14.10	14.20	15.40	15.80	15.70	14.10	14.60	14.60	15.70	15.70	15.10	15.00	14.80	15.40	15.20	14.80	14.80
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.00	45.00	45.00	46.00	47.00	48.00	45.00	45.00	46.00	45.00	45.00	46.00	44.00	44.00	43.00	43.00	42.00	45.00	45.00	45.00	46.00	46.00	45.00	45.00	45.00	45.00
35	Prueba de dureza/adherencia	31.20	29.60	28.60	24.90	29.50	28.60	31.10	30.50	30.10	30.20	30.30	30.80	30.40	29.80	29.80	29.50	28.90	29.70	30.00	29.90	28.90	29.00	30.00	30.20	31.50	30.10
36	Retiro exesos de caucho en uniones y terminaciones	9.90	10.00	9.00	10.50	10.10	10.10	10.10	9.80	9.80	9.00	9.50	9.20	9.00	10.00	9.00	9.50	10.50	10.30	10.40	9.70	9.90	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00
37	Traslado hacia armado externo tubería	10.00	10.00	10.00	9.80	9.90	10.10	9.70	9.80	9.90	10.10	11.00	10.90	10.30	10.10	10.10	10.10	10.10	10.60	10.90	10.90	10.20	10.20	9.80	10.20	10.10	10.20
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.30	10.30	10.10	9.90	9.90	9.80	9.80	9.20	10.10	10.20	10.30	10.20	10.90	1												

Anexo 18. Tabla promedio tiempo observado antes de la mejora

N° Act.	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)	15.13
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	104.15
4	Traslado de corte CNC a armado	21.08
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	18.96
6	Traslado de corte CNC a ranurado	15.12
7	Ranurado	60.31
8	Traslado de ranurado a armado	15.26
9	Armado - Alineamiento de spools	120.19
10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	5.04
11	Apuntalado de spool	42.12
12	Control de variables de soldadura	5.05
13	Soldadura de spool (320 PD)	364.12
14	Limpieza cordones de soldadura	20.43
15	Aplicación Liquidos penetrantes	241.57
16	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.95
17	Secado despues de remoción de excedente	55.39
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	55.27
19	Radiografia de soldaduras	75.04
20	Traslado de spool para arenado interno	15.06
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	9.96
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	40.33
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.04
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42
26	Secado Imprimante	44.89
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.08
28	Secado Chemlock 220	60.46
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.44
30	Secado cemento	19.92
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42
32	Pegado manual de Caucho en tubería	120.38
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04
35	Prueba de dureza/adherencia	29.70
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84
37	Traslado hacia arenado externo tubería	10.19
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.04

40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48
41	Control superficial post arenado	15.01
42	Traslado del spool a Pintado	15.12
43	Aplicación pintura base	30.15
44	Espera secado de pintura base	181.62
45	Control medida espesor de película	20.35
46	Aplicación pintura de acabado	29.71
47	Espera secado de pintura acabado	270.70
48	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.05
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04
50	Inspección Final (Liberación)	15.13
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	20.07
52	Traslado spool para despacho	14.98
		2635.23

Anexo 19. Diagrama de actividades de los procesos DAP – antes de mejora

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – ANTES DE MEJORA								
FABRICACIÓN DE SPOOLS REVESTIDOS					PROCESO:		PRODUCCION SPOOLS	
					PRODUCTO:		SPOOL (PULGADA DIAMETRAL)	
METODO: ANTES DE MEJORA		PRE-TEST			MES:		JUNIO 2020	
		POST-TEST			ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE	
Paso	Descripción	Operación	Inspección	Operación + Inspección	Transporte	Espera	Almacenamiento	Promedio Tiempo Observado (Min)
								
1	Disposición temporal - almacenamiento						●	15.15
2	Traslado desde almacenamiento al area de corte (Montacarga)				●			15.13
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	●						104.15
4	Traslado de corte CNC a armado				●			21.08
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)		●					18.96
6	Traslado de corte CNC a ranurado				●			15.12
7	Ranurado	●						60.31
8	Traslado de ranurado a armado				●			15.26
9	Armado - Alineamiento de spools	●						120.19

10	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)		●					5.04
11	Apuntalado de spool	●						42.12
12	Control de variables de soldadura			●				5.05
13	Soldadura de spool (320 PD)	●						364.12
14	Limpieza cordones de soldadura	●						20.43
15	Aplicación Líquidos penetrantes	●						241.57
16	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	●						39.95
17	Secado después de remoción de excedente					●		55.39
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	●						55.27
19	Radiografía de soldaduras	●						75.04
20	Traslado de spool para arenado interno				●			15.06
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			●				9.96
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	●						40.33
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)			●				15.04
24	Traslado de spool a engomado manual interno				●			10.04
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	●						60.42
26	Secado Imprimante					●		44.89
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	●						60.08
28	Secado Chemlock 220					●		60.46
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	●						60.44
30	Secado cemento					●		19.92
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)				●			20.42
32	Pegado manual de Caucho en tubería	●						120.38
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)				●			15.00
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	●						45.04
35	Prueba de dureza/adherencia		●					29.70
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	●						9.84
37	Traslado hacia arenado externo tubería				●			10.19
38	Espera en ingreso de cámara de granallado					●		10.22
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			●				10.04
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	●						40.48
41	Control superficial post arenado			●				15.01

42	Traslado del spool a Pintado				•			15.12
43	Aplicación pintura base	•						30.15
44	Espera secado de pintura base					•		181.62
45	Control medida espesor de película			•				20.35
46	Aplicación pintura de acabado	•						29.71
47	Espera secado de pintura acabado					•		270.70
48	Control medida espesor de película (Espesor final)			•				20.05
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	•						5.04
50	Inspección Final (Liberación)		•					15.13
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho					•		20.07
52	Traslado spool para despacho				•			14.98
	TOTAL	21	4	7	11	8	1	2635.23

Anexo 20. Cálculo del tiempo estándar antes de la mejora

CALCULO TIEMPO ESTANDAR ANTES DE MEJORA

CALCULO TIEMPO ESTANDAR ANTES DE LA MEJORA														
EMPRESA:		Taller fabricación tuberías - Independencia					AREA:		Taller de Producción					
METODO:			PRE-TEST		POST-TEST			PROCESO:		Producción Spools				
ELABORADO POR:			Arnold Aguirre					PRODUCTO:		Spools (Pulgada Diametral)				
N° Act .	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado (Min)	Westinghouse				Factor de Valoración	TN (Tiempo Normal)	Suplementos			Suplemento S	Tiempo Estandar TN*(1+S)	
			H	E	CT	CS			Necesidades Personales	Fatiga	Tensión mental			
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.36	0.05	0.04	0.01	0.10	18.00	
2	Traslado tuberías al área de corte (Montacarga)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.97	
3	Corte de material en máquina CNC (320 PD)	104.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	112.49	0.05	0.04	0.01	0.10	123.73	
4	Traslado a zona de armado	21.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.77	0.05	0.04	0.01	0.10	25.04	
5	Revisión Biseles de extremos (Producidos en CNC)	18.96	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	20.48	0.05	0.04	0.01	0.10	22.53	
6	Traslado a ranurado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.32	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96	
7	Ranurado	60.31	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.13	0.05	0.04	0.01	0.10	71.65	
8	Traslado a zona de armado	15.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.48	0.05	0.04	0.01	0.10	18.13	
9	Armado - Alineamiento de spools	120.19	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	129.81	0.05	0.04	0.01	0.10	142.79	
10	Inspección dimensional del spool (Área Control de Calidad)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.45	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
11	Apuntalado de spool	42.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	45.49	0.05	0.04	0.01	0.10	50.04	
12	Control de variables de soldadura	5.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.46	0.05	0.04	0.01	0.10	6.00	
13	Soldadura de spool (320 PD)	364.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	393.24	0.05	0.04	0.01	0.10	432.57	
14	Limpieza cordones de soldadura	20.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.07	0.05	0.04	0.01	0.10	24.28	

15	Aplicación Líquidos penetrantes	241.57	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	260.90	0.05	0.04	0.01	0.10	286.99
16	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.95	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.15	0.05	0.04	0.01	0.10	47.46
17	Secado después de remoción de excedente	55.39	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	59.82	0.05	0.04	0.01	0.10	65.80
18	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	55.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	59.69	0.05	0.04	0.01	0.10	65.66
19	Radiografía de soldaduras	75.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	81.04	0.05	0.04	0.01	0.10	89.15
20	Traslado de spool para arenado interno	15.06	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.26	0.05	0.04	0.01	0.10	17.89
21	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	9.96	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.76	0.05	0.04	0.01	0.10	11.83
22	Proceso de arenado (Interior tubería)	40.33	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.56	0.05	0.04	0.01	0.10	47.92
23	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.24	0.05	0.04	0.01	0.10	17.87
24	Traslado de spool a engomado manual interno	10.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93
25	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.26	0.05	0.04	0.01	0.10	71.78
26	Secado Imprimante	44.89	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.48	0.05	0.04	0.01	0.10	53.33
27	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	64.88	0.05	0.04	0.01	0.10	71.37
28	Secado Chemlock 220	60.46	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.30	0.05	0.04	0.01	0.10	71.83
29	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.44	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.28	0.05	0.04	0.01	0.10	71.81
30	Secado cemento	19.92	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.51	0.05	0.04	0.01	0.10	23.66
31	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.05	0.05	0.04	0.01	0.10	24.26
32	Pegado manual de Caucho en tubería	120.38	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	130.02	0.05	0.04	0.01	0.10	143.02
33	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.20	0.05	0.04	0.01	0.10	17.82
34	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.64	0.05	0.04	0.01	0.10	53.51
35	Prueba de dureza/adherencia	29.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.08	0.05	0.04	0.01	0.10	35.28
36	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.63	0.05	0.04	0.01	0.10	11.69

37	Traslado hacia arenado externo tubería	10.19	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.01	0.05	0.04	0.01	0.10	12.11	
38	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15	
39	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93	
40	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.72	0.05	0.04	0.01	0.10	48.10	
41	Control superficial post arenado	15.01	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.21	0.05	0.04	0.01	0.10	17.83	
42	Traslado del spool a Pintado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.33	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96	
43	Aplicación pintura base	30.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.56	0.05	0.04	0.01	0.10	35.82	
44	Espera secado de pintura base	181.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	196.15	0.05	0.04	0.01	0.10	215.76	
45	Control medida espesor de película	20.35	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.98	0.05	0.04	0.01	0.10	24.18	
46	Aplicación pintura de acabado	29.71	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.09	0.05	0.04	0.01	0.10	35.30	
47	Espera secado de pintura acabado	270.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	292.35	0.05	0.04	0.01	0.10	321.59	
48	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.65	0.05	0.04	0.01	0.10	23.81	
49	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.44	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
50	Inspección Final (Liberación)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.98	
51	Espera montacarga para traslado a zona de despacho	20.07	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.67	0.05	0.04	0.01	0.10	23.84	
52	Traslado spool para despacho	14.98	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.18	0.05	0.04	0.01	0.10	17.80	
		2635.23						2846.05						3130.65

Anexo 21. Tabla calculo de la productividad antes de la mejora

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA MEJORA							
TIEMPO ESTANDAR (Min)		3130.65	PRODUCCIÓN DIARIA PROGRAMA (PD)		320	METODO	
PRODUCCIÓN SEMANAL PROGRAMADA PD		2000	TIEMPO PROGRAMADO POR TALLER (Min)		1920	PRE-TEST	POST-TEST
DIAS LABORABLES		6	ELABORADO POR:		Arnold Aguirre		
MUESTRA	PD REALIZADAS (1)	PD PROGRAMADO	EFICACIA	TIEMPO FABRICACIÓN (Min)	TIEMPO PROGRAMADO (Min)	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD EFICIENCIA X EFICACIA
1	220	320	0.69	2630.85	1920	0.73	0.50
2	220	320	0.69	2646.20	1920	0.73	0.50
3	220	320	0.69	2685.00	1920	0.72	0.49
4	240	320	0.75	2674.70	1920	0.72	0.54
5	240	320	0.75	2648.20	1920	0.73	0.54
6	220	320	0.69	2516.00	1920	0.76	0.52
7	240	320	0.75	2616.60	1920	0.73	0.55
8	220	320	0.69	2645.60	1920	0.73	0.50
9	200	320	0.63	2642.10	1920	0.73	0.45
10	220	320	0.69	2636.20	1920	0.73	0.50
11	240	320	0.75	2608.40	1920	0.74	0.55
12	200	320	0.63	2608.80	1920	0.74	0.46
13	220	320	0.69	2612.90	1920	0.73	0.51
14	240	320	0.75	2627.60	1920	0.73	0.55
15	220	320	0.69	2648.70	1920	0.72	0.50
16	220	320	0.69	2638.99	1920	0.73	0.50
17	240	320	0.75	2636.80	1920	0.73	0.55
18	240	320	0.75	2636.85	1920	0.73	0.55
19	220	320	0.69	2645.40	1920	0.73	0.50
20	240	320	0.75	2621.90	1920	0.73	0.55
21	240	320	0.75	2650.70	1920	0.72	0.54
22	240	320	0.75	2653.00	1920	0.72	0.54
23	260	320	0.81	2649.40	1920	0.72	0.59

24	260	320	0.81	2634.40	1920	0.73	0.59
25	240	320	0.75	2662.60	1920	0.72	0.54
26	240	320	0.75	2638.10	1920	0.73	0.55
			0.72			0.73	0.53

Anexo 22. Tiempos tomados para el estudio de mejora en la producción de spools – después de la mejora







TIEMPOS TOMADOS PARA EL ESTUDIO DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS DESPUÉS DE MEJORA																												
N° Act.	Descripción de la actividad	EMPRESA: TALLER DE FABRICACIÓN DE TUBERIAS- INDEPENDENCIA										AREA: TALLER DE PRODUCCIÓN																
		MÉTODO: POST-TEST										PROCESO: PRODUCCIÓN SPOOL																
		ELABORADO POR: ARNOLD AGUIRRE										PRODUCTO: SPOOLS (PULGADA DIÁMETRO)																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.80	14.80	14.20	14.90	15.50	15.70	15.10	15.00	15.00	16.00	15.20	15.80	14.80	15.50	15.00	15.50	15.20	14.90	14.50	15.00	15.00	16.00	15.00	14.80	14.90		
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.15	22.90	22.10	21.80	22.00	22.20	22.50	25.20	22.00	22.90	21.90	21.90	22.00	22.10	22.00	22.20	22.00	22.00	21.80	21.90	21.90	22.00	22.00	22.00	22.40		
3	Corte de material en máquina CNC (160 PSI)	30.33	29.23	29.50	29.60	30.32	30.50	30.56	30.59	29.10	29.15	28.95	29.50	29.54	29.56	29.36	28.59	28.69	28.51	19.64	30.56	30.24	29.50	29.56	28.41	29.55	29.67	
4	Traslado de corte a retornado	14.00	15.00	16.00	15.90	16.00	14.80	15.00	15.90	16.00	15.20	15.80	15.80	14.90	14.50	14.00	15.10	15.30	15.10	14.90	14.20	14.60	15.10	15.40	14.80	14.80	14.90	
5	Retornado	55.00	58.00	60.00	61.00	59.00	59.00	58.00	59.00	60.00	61.00	60.00	61.00	60.00	60.00	59.00	63.00	63.00	63.00	62.00	62.00	63.00	61.00	60.00	60.00	60.00	60.00	
6	Traslado de Retornado a armado	15.90	15.90	14.80	14.20	15.00	15.80	15.70	15.60	14.90	15.60	15.20	15.40	15.10	15.10	15.10	15.40	14.90	15.00	15.80	14.20	15.20	15.80	15.80	15.60	15.00	15.00	
7	Armado - Corte con disco (160 PSI) y Almacenamiento de spools	133.62	140.29	145.26	133.35	130.26	130.58	133.12	135.12	131.26	130.24	140.02	136.05	125.46	135.24	135.26	138.48	140.92	138.26	139.46	134.25	133.56	140.35	136.25	137.56	136.66	134.51	
8	Inspección dimensional del spool (Área Control de Calidad)	4.90	5.00	5.10	5.20	5.00	5.40	5.10	5.00	4.90	5.00	4.80	5.20	4.90	5.00	4.80	5.10	5.00	5.00	5.40	5.10	5.90	4.80	4.50	5.00	5.00	5.00	
9	Apuntado de spool	38.67	42.67	41.57	41.17	42.17	38.57	38.57	38.67	38.17	40.77	40.57	37.77	37.77	39.57	40.57	41.47	40.77	41.17	39.57	41.77	37.77	37.87	38.87	37.57	40.77	40.17	
10	Control de variables de soldadura	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	4.80	5.80	4.90	4.80	5.10	5.00	5.10	5.80	5.20	5.00	5.40	5.00	5.50	5.10	4.90	4.70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
11	Soldadura de spool (160 PSI)	367.62	362.56	375.62	369.34	369.26	267.37	372.89	369.94	369.11	367.59	358.62	359.24	365.65	367.87	362.47	363.24	363.23	373.18	367.59	356.62	362.65	368.95	364.84	365.21	366.78	362.21	
12	Ulimpex cordones de soldadura	18.90	18.70	20.20	20.50	20.10	20.10	23.10	21.40	20.90	20.90	20.80	22.40	20.50	19.80	20.10	19.90	18.90	21.10	22.10	21.10	22.10	20.30	19.90	19.80	19.80	19.90	
13	Aplicación líquidos penetrantes	160.80	161.50	162.50	165.50	165.50	161.10	158.50	170.80	165.50	160.60	150.00	155.50	158.50	171.80	158.50	166.40	161.50	161.50	162.50	162.50	162.50	161.50	161.50	162.50	166.30	162.50	
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.90	39.90	37.90	39.60	36.90	40.10	40.90	40.50	41.10	41.70	40.70	41.80	38.90	39.10	40.50	40.20	39.80	39.90	39.90	38.50	37.90	41.10	41.50	41.10	39.80	40.50	
15	Secado después de remoción de excedente	42.23	47.50	44.25	43.60	37.00	32.00	32.00	32.00	33.00	34.00	37.00	37.00	36.00	38.00	37.00	36.00	38.40	39.10	38.00	35.90	38.00	38.10	37.10	35.00	37.40	38.10	
16	Aplicación de revelador e Interpretación de resultados	30.90	30.90	31.90	32.90	33.90	29.90	28.90	27.90	27.90	27.90	28.90	29.90	29.90	29.90	27.90	28.90	27.90	28.90	29.90	29.90	30.90	30.90	31.90	32.90	32.90	29.90	
17	Redigrafía de soldaduras	78.20	72.56	75.00	74.00	74.23	70.00	74.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	72.00	73.00	71.00	71.00	75.00	75.00	78.00	78.00	76.00	78.00	75.00	75.00	
18	Traslado de spool para armado interno	13.21	14.36	15.02	14.50	14.00	13.01	15.40	16.00	15.00	14.90	14.80	15.00	15.80	15.70	14.10	14.90	14.90	15.00	16.00	15.90	15.00	15.00	15.10	15.60	15.90	15.60	
19	Control de condiciones pre armado (Equipos y ambiente)	9.85	10.21	9.86	10.80	11.01	10.90	10.25	8.99	8.95	10.25	9.97	8.95	10.50	10.25	9.67	9.51	10.24	10.24	10.10	9.84	9.56	9.25	10.24	9.75	10.65	10.21	
20	Proceso de armado (Interior tubería)	38.29	39.29	38.79	39.89	41.09	38.79	38.99	39.89	38.69	39.69	40.69	41.29	41.29	39.69	40.69	38.89	38.69	37.69	38.59	36.89	36.89	36.79	37.69	38.29	38.69	38.69	
21	Control superficial post armado (Perfil de anclaje)	14.50	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.40	16.00	15.80	15.90	15.90	15.90	14.80	15.10	15.00	14.50	14.90	15.00	14.30	14.30	14.10	15.00	15.00	15.00	14.50	14.90	
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.00	10.25	10.00	9.80	9.70	9.50	9.50	10.40	10.50	9.50	9.90	9.80	9.80	10.00	10.50	11.00	10.20	10.00	10.10	11.00	10.00	10.00	9.90	10.80	10.00	10.00	
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	61.59	61.13	64.00	68.00	65.00	60.00	60.25	60.00	57.00	61.00	58.00	59.00	59.00	60.00	60.00	60.00	61.00	57.00	63.00	63.00	63.00	59.00	56.00	60.00	60.00	60.00	
24	Secado Imprimante	40.00	40.01	45.23	45.00	44.01	48.01	48.21	46.00	47.00	46.00	39.00	42.80	45.60	45.00	45.00	44.90	46.00	48.80	50.00	45.00	47.80	45.50	41.00	42.80	45.90	45.10	
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	57.02	63.00	63.00	59.00	58.64	60.00	61.88	65.00	63.00	63.00	65.00	55.00	60.00	60.00	57.00	61.00	58.00	55.00	60.00	61.00	56.00	59.00	68.00	55.00	61.00	59.00	
26	Secado Chemlok 220	46.25	47.00	44.25	45.00	48.56	47.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.00	46.00	47.00	48.00	44.00	47.00	48.00	44.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.00	45.00	45.00	45.00	
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	59.62	58.00	59.21	60.00	61.00	60.25	61.00	59.59	60.00	61.00	59.00	60.00	61.00	61.00	60.00	62.80	61.00	61.00	62.90	61.00	60.80	61.00	60.00	59.80	62.00	60.00	
28	Secado cemento	19.10	19.60	19.10	20.10	20.50	19.00	20.05	20.23	20.00	18.90	20.00	20.10	20.10	20.20	20.10	18.90	19.80	19.10	18.90	19.70	20.00	20.00	21.00	19.80	21.90	21.00	
29	Traslado dioma Natural (Stock permanente)	20.40	22.90	19.70	18.20	19.10	21.00	21.90	21.10	21.90	20.10	20.10	20.80	21.40	22.10	21.90	20.90	18.90	17.90	20.10	20.10	20.90	20.10	19.80	19.90	20.10	19.90	
30	Pegado manual de Caucho en tubería	118.21	115.98	125.00	123.00	125.00	119.00	118.00	125.00	124.00	120.00	120.00	121.00	122.00	118.00	125.00	124.00	118.00	118.00	117.00	120.00	119.00	118.00	119.00	118.00	120.00	120.00	
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.90	14.90	15.60	14.20	14.00	15.00	15.10	15.20	15.10	14.10	14.20	15.40	15.80	15.70	14.10	14.60	14.60	15.70	15.10	15.10	15.00	14.80	15.40	15.20	14.80	14.80	
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.00	45.00	45.00	46.00	47.00	48.00	45.00	45.00	46.00	45.00	45.00	46.00	44.00	44.00	43.00	43.00	42.00	45.00	45.00	45.00	45.00	46.00	46.00	45.00	45.00	45.00	
33	Prueba de dureza/adherencia	31.20	29.60	28.60	24.90	29.50	28.60	31.10	30.50	30.10	30.20	30.30	30.80	30.40	29.80	29.80	29.50	28.90	29.70	30.00	29.00	28.90	29.00	30.00	30.00	30.20	31.50	30.10
34	Retiro excedente de caucho en uniones y terminaciones	9.90	10.15	9.00	10.50	10.10	10.20	10.30	9.80	9.00	8.50	9.20	9.00	10.00	11.00	9.00	9.50	10.50	10.30	10.40	9.70	9.90	10.30	10.00	9.00	10.00	10.00	
35	Traslado hacia armado externo tubería	10.23	10.63	10.00	9.80	9.90	10.10	9.70	9.80	9.90	10.10	11.00	10.90	10.30	10.10	10.10	10.10	10.60	10.90	10.90	10.90	10.20	10.20	9.80	10.20	10.10	10.20	
36	Espera en ingreso de cámara de generalizado	10.30	10.30	10.10	9.90	9.90	9.80	9.80	9.20	10.10	10.20	10.30	10.20	10.90	10.90	10.80	10.10	10.80	10.70	9.70	9.80	10.10	10.10	10.10	10.90	10.90	9.90	
37	Proceso de armado (Exterior tubería)	41.00	44.00	42.00	39.00	41.00	38.00	39.00	43.00	41.00	42.00	38.00	38.00	34.80	34.90	45.10	45.10	42.10	39.90	40.50	40.80	41.10	41.50	40.10	40.50	42.10	41.10	
38	Control superficial post armado	15.90	15.80	15.90	15.80	15.90	15.10	15.80	14.90	14.50	14.20	14.90	15.10	15.20	14.60	14.80	14.50	14.30	14.30	14.30	15.10	15.90	14.20	14.30	15.70	14.90	15.0	

Anexo 23. Tabla promedio tiempo observado después de mejora

N° Act.	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.13
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	29.18
4	Traslado de corte a ranurado	15.12
5	Ranurado	60.31
6	Traslado de Ranurado a armado	15.26
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	135.52
8	Inspección dimensional del spool (Área Control de Calidad)	5.04
9	Apuntalado de spool	39.79
10	Control de variables de soldadura	5.05
11	Soldadura de spool (160 PD)	361.64
12	Limpieza cordones de soldadura	20.43
13	Aplicación Líquidos penetrantes	162.07
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	39.95
15	Secado después de remoción de excedente	37.43
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	30.17
17	Radiografía de soldaduras	75.08
18	Traslado de spool para arenado interno	15.08
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.05
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	39.12
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.05
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42
24	Secado Imprimante	44.91
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.14
26	Secado Chemlock 220	45.50
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.47
28	Secado cemento	19.93
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42
30	Pegado manual de Caucho en tubería	120.43
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04
33	Prueba de dureza/adherencia	29.70
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84
35	Traslado hacia arenado externo tubería	10.23
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22

37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48
38	Control superficial post arenado	15.01
39	Traslado del spool a Pintado	15.12
40	Aplicación pintura base	30.15
41	Espera secado de pintura base	181.62
42	Control medida espesor de película	20.35
43	Aplicación pintura de acabado	29.71
44	Espera secado de pintura acabado	90.70
45	Control medida espesor de película (Espesor final)	20.05
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	5.04
47	Inspección Final (Liberación)	15.13
48	Traslado spool para despacho	14.98
		2189.26

Anexo 24. Diagrama de actividades del proceso DAP – Despues de mejora

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DAP – DESPUES DE MEJORA								
FABRICACIÓN DE SPOOLS REVESTIDOS				PROCESO:	PRODUCCIÓN SPOOLS			
				PRODUCTO:	SPOOLS (PULGADA DIÁMETRO)			
METODO:		PRE-TEST			MES:		ABRIL 2021	
		POST-TEST			ELABORADO POR:		ARNOLD AGUIRRE	
Paso	Descripción	Operación	Inspección	Operación + Inspección	Transporte	Espera	Almacenamiento	Promedio Tiempo Observado (Min)
								
1	Disposición temporal almacenamiento						•	15.15
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)				•			22.13
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	•						29.18
4	Traslado de corte a ranurado				•			15.12
5	Ranurado	•						60.31
6	Traslado de Ranurado a armado				•			15.26
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	•						135.52
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)		•					5.04

9	Apuntalado de spool	•						39.79	
10	Control de variables de soldadura			•				5.05	
11	Soldadura de spool (160 PD)	•						361.64	
12	Limpieza cordones de soldadura	•						20.43	
13	Aplicación Líquidos penetrantes	•						162.07	
14	Remoción excedente de Líquidos penetrantes	•						39.95	
15	Secado después de remoción de excedente					•		37.43	
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	•						30.17	
17	Radiografía de soldaduras	•						75.08	
18	Traslado de spool para arenado interno				•			15.08	
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)			•				10.05	
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	•						39.12	
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)			•				15.04	
22	Traslado de spool a engomado manual interno				•			10.05	
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	•						60.42	
24	Secado Imprimante					•		44.91	
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	•						60.14	
26	Secado Chemlock 220					•		45.50	
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	•						60.47	
28	Secado cemento					•		19.93	
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)				•			20.42	
30	Pegado manual de Caucho en tubería	•						120.43	
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)				•			15.00	
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	•						45.04	
33	Prueba de dureza/adherencia		•					29.70	
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	•						9.84	
35	Traslado hacia arenado externo tubería				•			10.23	
36	Espera en ingreso de cámara de granallado					•		10.22	
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	•						40.48	
38	Control superficial post arenado			•				15.01	
39	Traslado del spool a Pintado				•			15.12	
40	Aplicación pintura base	•						30.15	

41	Espera secado de pintura base					●		181.62	
42	Control medida espesor de película			●				20.35	
43	Aplicación pintura de acabado	●						29.71	
44	Espera secado de pintura acabado					●		90.70	
45	Control medida espesor de película (Espesor final)			●				20.05	
46	Colocación Marcas del Spool Identificación)	●						5.04	
47	Inspección Final (Liberación)		●					15.13	
48	Traslado spool para despacho				●			14.98	
TOTAL		21	3	6	10	7	1	2189.26	

Anexo 25. Calculo tiempo estándar después de mejora

		CALCULO TIEMPO ESTANDAR DESPUES DE MEJORA												
EMPRESA:		Taller fabricación de tuberías - Independencia					AREA:		Taller de Producción					
METODO:			PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO:		Producción Spools					
ELABORADO POR:			Arnold Aguirre					PRODUCTO:		Spool (Pulgada Diámetro)				
N° Act.	Descripción de la actividad	Promedio Tiempo Observado	Westinghouse				Factor de Valoración	TN (Tiempo Normal)	Suplementos			Suplemento S	Tiempo Estandar TN*(1+S)	
			H	E	CT	CS			Necesidades Personales	Fatiga	Tensión mental			
1	Disposición temporal - almacenamiento	15.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.36	0.05	0.04	0.01	0.10	18.00	
2	Traslado de almacenamiento a corte CNC y corte en armado (Montacarga)	22.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	23.90	0.05	0.04	0.01	0.10	26.28	
3	Corte de material en máquina CNC (160 PD)	29.18	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	31.52	0.05	0.04	0.01	0.10	34.67	
4	Traslado de corte a ranurado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.32	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96	
5	Ranurado	60.31	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.13	0.05	0.04	0.01	0.10	71.65	
6	Traslado de Ranurado a armado	15.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.48	0.05	0.04	0.01	0.10	18.13	
7	Armado - Corte con disco (160 PD) y Alineamiento de spools	135.52	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	146.37	0.05	0.04	0.01	0.10	161.00	
8	Inspección dimensional del spool (Area Control de Calidad)	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.45	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99	
9	Apuntalado de spool	39.79	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	42.97	0.05	0.04	0.01	0.10	47.27	
10	Control de variables de soldadura	5.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.46	0.05	0.04	0.01	0.10	6.00	
11	Soldadura de spool (160 PD)	361.64	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	390.57	0.05	0.04	0.01	0.10	429.63	
12	Limpieza cordones de soldadura	20.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.07	0.05	0.04	0.01	0.10	24.28	
13	Aplicación Liquidos penetrantes	162.07	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	175.04	0.05	0.04	0.01	0.10	192.54	
14	Remoción excedente de Liquidos penetrantes	39.95	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.15	0.05	0.04	0.01	0.10	47.46	
15	Secado despues de remoción de excedente	37.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	40.42	0.05	0.04	0.01	0.10	44.46	
16	Aplicación de revelador e interpretación de resultados	30.17	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.58	0.05	0.04	0.01	0.10	35.84	
17	Radiografia de soldaduras	75.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	81.08	0.05	0.04	0.01	0.10	89.19	

18	Traslado de spool para arenado interno	15.08	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.29	0.05	0.04	0.01	0.10	17.92
19	Control de condiciones pre arenado (Equipos y ambiente)	10.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.85	0.05	0.04	0.01	0.10	11.93
20	Proceso de arenado (Interior tubería)	39.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	42.25	0.05	0.04	0.01	0.10	46.48
21	Control superficial post arenado (Perfil de anclaje)	15.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.24	0.05	0.04	0.01	0.10	17.87
22	Traslado de spool a engomado manual interno	10.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.86	0.05	0.04	0.01	0.10	11.94
23	Aplicación de Imprimante Chemlok 205	60.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.26	0.05	0.04	0.01	0.10	71.78
24	Secado Imprimante	44.91	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.50	0.05	0.04	0.01	0.10	53.35
25	Aplicación adhesivo Chemlok 220	60.14	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	64.95	0.05	0.04	0.01	0.10	71.44
26	Secado Chemlock 220	45.50	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	49.14	0.05	0.04	0.01	0.10	54.06
27	Aplicación cemento para adhesión de caucho	60.47	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	65.31	0.05	0.04	0.01	0.10	71.84
28	Secado cemento	19.93	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.52	0.05	0.04	0.01	0.10	23.68
29	Traslado Goma Natural (Stock permanente)	20.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	22.05	0.05	0.04	0.01	0.10	24.26
30	Pegado manual de Caucho en tubería	120.43	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	130.06	0.05	0.04	0.01	0.10	143.07
31	Traslado spool a horno para engomar (Montacarga)	15.00	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.20	0.05	0.04	0.01	0.10	17.82
32	Engomado en autoclave (125°C, 70 psi)	45.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	48.64	0.05	0.04	0.01	0.10	53.51
33	Prueba de dureza/adherencia	29.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.08	0.05	0.04	0.01	0.10	35.28
34	Retiro excesos de caucho en uniones y terminaciones	9.84	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	10.63	0.05	0.04	0.01	0.10	11.69
35	Traslado hacia arenado externo tubería	10.23	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15
36	Espera en ingreso de cámara de granallado	10.22	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.04	0.05	0.04	0.01	0.10	12.15
37	Proceso de arenado (Exterior tubería)	40.48	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	43.72	0.05	0.04	0.01	0.10	48.10
38	Control superficial post arenado	15.01	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.21	0.05	0.04	0.01	0.10	17.83
39	Traslado del spool a Pintado	15.12	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.33	0.05	0.04	0.01	0.10	17.96
40	Aplicación pintura base	30.15	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.56	0.05	0.04	0.01	0.10	35.82
41	Espera secado de pintura base	181.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	196.15	0.05	0.04	0.01	0.10	215.76
42	Control medida espesor de película	20.35	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.98	0.05	0.04	0.01	0.10	24.18
43	Aplicación pintura de acabado	29.71	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	32.09	0.05	0.04	0.01	0.10	35.30
44	Espera secado de pintura acabado	90.70	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	97.95	0.05	0.04	0.01	0.10	107.75

45	Control medida espesor de pelicula (Espesor final)	20.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	21.65	0.05	0.04	0.01	0.10	23.81
46	Colocación Marcas del Spool Identificación	5.04	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.44	0.05	0.04	0.01	0.10	5.99
47	Inspección Final (Liberación)	15.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.34	0.05	0.04	0.01	0.10	17.98
48	Traslado spool para despacho	14.98	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	16.18	0.05	0.04	0.01	0.10	17.80
		2189.26						2364.40					2600.84

Anexo 26. Calculo de la Productividad después de la mejora

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA MEJORA							
TIEMPO ESTANDAR		2600.84	PRODUCCIÓN DIARIA PROGRAMA (PD)		320	METODO	
PRODUCCIÓN SEMANAL PROGRAMADA PD		2000	TIEMPO PROGRAMADO POR TALLER(Min)		1920	PRE-TEST	POST-TEST
DIAS LABORABLES		6	ELABORADO POR:		Arnold Aguirre		
MUESTRA	PD REALIZADAS (1)	PD PROGRAMADO	EFICACIA	TIEMPO FABRICACIÓN (Min)	TIEMPO PROGRAMA DO (Min)	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD EFICIENCIA X EFICACIA
1	240	320	0.75	2190.49	1920	0.88	0.66
2	248	320	0.78	2190.21	1920	0.88	0.68
3	244	320	0.76	2230.56	1920	0.86	0.66
4	244	320	0.76	2216.05	1920	0.87	0.66
5	260	320	0.81	2193.55	1920	0.88	0.71
6	240	320	0.75	2078.58	1920	0.92	0.69
7	260	320	0.81	2179.48	1920	0.88	0.72
8	260	320	0.81	2203.22	1920	0.87	0.71
9	260	320	0.81	2197.38	1920	0.87	0.71
10	268	320	0.84	2183.99	1920	0.88	0.74
11	240	320	0.75	2166.71	1920	0.89	0.66
12	268	320	0.84	2169.10	1920	0.89	0.74
13	270	320	0.84	2172.91	1920	0.88	0.75
14	270	320	0.84	2187.48	1920	0.88	0.74
15	244	320	0.76	2208.12	1920	0.87	0.66
16	244	320	0.76	2193.77	1920	0.88	0.67
17	260	320	0.81	2193.34	1920	0.88	0.71
18	260	320	0.81	2196.30	1920	0.87	0.71
19	264	320	0.83	2190.35	1920	0.88	0.72
20	258	320	0.81	2178.73	1920	0.88	0.71

21	254	320	0.79	2203.47	1920	0.87	0.69
22	260	320	0.81	2202.67	1920	0.87	0.71
23	280	320	0.88	2200.15	1920	0.87	0.76
24	280	320	0.88	2183.39	1920	0.88	0.77
25	270	320	0.84	2213.08	1920	0.87	0.73
26	264	320	0.83	2197.56	1920	0.87	0.72
			0.81				0.71

Anexo 27. Hoja tecnica de pintura Hemplathane topcoat 55210 de la marca HEMPEL (ultima capa de pintura)

Product Data Sheet



Hemplathane Topcoat 55210

Film thickness

Specification range	Low	High	Recommended
Dry film thickness	40 micron (1.6 mils)	80 micron (3.1 mils)	50 micron (2.0 mils)
Wet film thickness	80 micron (3 mils)	160 micron (6 mils)	100 micron (4 mils)
Theoretical spreading rate	13 m ² /L (330 sq ft/gal)	6.5 m ² /L (260 sq ft/gal)	10 m ² /L (410 sq ft/gal)

Product may be specified in another film thickness than indicated depending on purpose and area of use. This will alter spreading rate, drying and curing time and overcoating interval. For best performance, avoid excessive film thickness.

Application conditions

- To avoid condensation, apply on a clean and dry surface with a temperature that is at least 3°C (5°F) above the dew point.
- Surface temperature must be above -10°C (14°F) during application and curing.
- The film formation may be adversely affected by light rain, high humidity and/or condensation during application and the following interval after application: "10 hours, 20°C/68°F".

Relative Humidity:

- Relative humidity must be below 85% during curing.

Application remarks

- Two coats of the topcoat may be necessary to obtain full hiding power.

Drying and overcoating

Product compatibility

- Previous coat: According to Hempel's Specification, Recommended products are: Hemplathane Multi 550 45850/3, Hemplathane Quadra series, Hemplathane Avantguard series.
- Subsequent coat: None.

Drying time

Surface temperature	-10°C (14°F)	0°C (32°F)	20°C (68°F)	40°C (104°F)
Touch dry	Hours	2½	1½	¾
Hard dry	Hours	21	12	4½

Determined for dry film thickness 50 micron (2.0 mils) at standard conditions, see Hempel's Explanatory Notes for details.

Overcoating

Hempel's specification supersedes any guidelines indicated in the overcoating table.

Quality name	-10°C (14°F)	0°C (32°F)	20°C (68°F)	40°C (104°F)
Atmospheric medium				
Hemplathane	Min	30 h	18 h	8 h
Topcoat 55210	Max	60 h	30 h	100 min

Overcoating times are indicative for products of the same generic chemistry. Consult Hempel's specification for more information.

Drying conditions

- To obtain the drying time stated, it is important to maintain sufficient ventilation during application, drying and curing.
- Condensation on the freshly applied coating should be avoided.

Overcoating details

- If the maximum overcoating interval is exceeded, roughening of the surface is necessary to ensure intercoat adhesion.
- The surface must be dry and clean prior to application.

Other remarks

- Hempel's Specification supersedes any recommendations given in the Product Data Sheets.

Anexo 28. Tiempo para que actue el liquido penetrante

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES VISIBLES ASME B31.3 - 2016				
		Código: IND-P-045 Versión: 01	Página: 1 de 10	
	Cargo	Nombre	Fecha	Firma
Elaborado por:	Jefe de Calidad	Ricardo La Rosa	Dic 20, 2018	JCC
Revisado por:	Jefe de Calidad	Ricardo La Rosa	Dic 20, 2018	JCC
Aprobado por:	ASNT Level III	Danfer De la Cruz	Dic 20, 2018	DDC

A — PROCEED

FLUOR.

Authorization to proceed does not relieve Contractor/Supplier of its responsibility or liability under the Contract and/or Purchase Order,
By José F. Gutiérrez at Oct 08, 2019

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES VISIBLES ASME B31.3 -2016


DANFER DE LA CRUZ CARRASCO
ASNT LEVEL III -177591

Cambios en el presente documento
Ninguno, Documento Nuevo

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES VISIBLES ASME B31.3 - 2016	
	Código: IND-P-045 Versión: 01	Página: 5 de 10

- No se permite mezclar componentes de diferentes fabricantes o familias de Líquidos Penetrantes.

5.3. Temperatura de Ensayo

- La temperatura de la pieza inspeccionar y el penetrante debe estar entre 5 °C a 52 °C, durante el período del ensayo.

5.4. Preparación de Superficie

- Previamente al ensayo con Líquidos Penetrantes Visibles removibles con solvente, la superficie que será examinada, así como todas las áreas adyacentes hasta 2.54 cm (1 pulg.), deben estar secas y libres de cualquier impureza, grasa, hilacha, escamas, escorias y salpicaduras de soldadura, óxido u otras materias extrañas, las cuales podrían interferir en los resultados de la inspección.
- Procesos de limpieza mecánica, tales como chorro abrasivo de arena deben ser evitados, debido a que tienden a sellar o tapar las discontinuidades. Si este tipo de limpieza mecánica es finalmente utilizado, se requiere la aplicación de un ataque químico de la superficie a evaluar antes de ejecutar el ensayo.
- Como mínimo la superficie a ser evaluada debe limpiarse con un solvente removedor apropiado.
- El secado después de la limpieza de las superficies que serán examinadas puede efectuarse por evaporación normal, o por aire caliente forzado, dependiendo de cuál sea el más apropiado.
- Para este procedimiento un mínimo tiempo de secado es 1 min y un máximo de 5min.

5.5. Aplicación del Penetrante

- El penetrante puede ser aplicado por inmersión, brocha o rociado (spray).
- Debe tenerse extremo cuidado con el sobre rociado o exceso del penetrante en las áreas adyacentes, ya que puede causar falsa impresión de la indicación o excesiva limpieza después de finalizado el ensayo.

5.6. Tiempo de Penetración del Penetrante (Dwell Time)

- El tiempo de penetración del líquido es considerado crítico.
- Para este procedimiento el mínimo tiempo es 10min y el máximo 1 hora o calificado por demostración para una aplicación específica.
- Tomar como referencia la tabla T-672.

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES VISIBLES ASME B31.3 - 2016	
	Código: IND-P-045 Versión: 01	Página: 6 de 10

6.7. Remoción del Exceso de Penetrante

- El exceso de penetrante debe ser removido con un trapo limpio y seco. El área debe limpiarse con un trapo humedecido con solvente hasta eliminar rastro del penetrante a la vista. El solvente removedor no debe ser rociado directamente sobre la superficie que se está examinando.
- La remoción del penetrante debe ejecutarse en un sitio con iluminación adecuada.

6.8. Etapa de Secado Después de la Remoción del Penetrante

- Inmediatamente después de la limpieza del exceso de penetrante, debe dejarse secar la pieza al aire por evaporación, limpiado o con ventilación forzada.
- Para este procedimiento el tiempo de secado debe ser el mínimo 4 min y máximo 20min.
- Durante el ciclo de secado no se debe calentar la pieza por encima del límite de 52 °C.

6.9. Aplicación del Revelador

- El tipo de revelador no-acuoso debe ser muy bien agitado para asegurar una adecuada dispersión de las partículas en suspensión.
- El revelador debe ser aplicado a la superficie seca mediante rociado (spray).
- El revelador puede aplicarse tan pronto el exceso de penetrante es removido. El secado del revelador debe ser por evaporación normal.
- El tiempo de revelado empieza una vez el revelador se encuentre seco.

6.10. Indicaciones Del Líquido Penetrante

- La final interpretación debe ser entre 10 min y máximo 60 min después de la aplicación del revelador.
- El inspector debe comenzar a observar las indicaciones inmediatamente después que se aplique el revelador y ubicar señales pequeñas o debilidad del penetrante en las indicaciones.

Indicaciones Falsas

Son aquellas que son creadas por una inadecuada remoción del exceso de penetrante y son inaceptables. Estas falsas indicaciones deben ser removidas y repetir el ensayo en el área a examinar.

Indicaciones No-Relevantes

Son aquellas creadas por el penetrante retenido en áreas rugosas, huellas de prensado, orificios, ranuras o hilos de roscas. Estas indicaciones no-relevantes serán consideradas relevantes hasta que su causa sea determinada por la evaluación.

Anexo 29. Hoja técnica de adhesivo Chemlock 220 para pegar el caucho al tubo

LORD: INFORMACIÓN TÉCNICA

Adhesivo Chemlok® 220

Descripción

El adhesivo Chemlok® 220 de Lord es un adhesivo de capa de recubrimiento, y debe usarse sobre el imprimador Chemlok 205. Este sistema adhesivo une una amplia gama de elastómeros, como hule natural (NR), estirenobutadieno (SBR), polibutadieno (BR), acrílonitrilo butadieno (NBR) y polisopreno (IR) a diversos metales y otros sustratos rígidos durante la vulcanización del elastómero. Está formado por una mezcla de polímeros, compuestos orgánicos y rellenos minerales disueltos o dispersos en un sistema de solventes orgánicos.

Características y beneficios

Versátil: Une diversos elastómeros y metales cuando se usa en combinación con el imprimador Chemlok 205.

Resistente al medio ambiente: Ofrece una resistencia superior al calor, agua, rocío salino, productos químicos, aceites, solventes y atmósferas corrosivas.

Fácil de aplicar: Se aplica con facilidad mediante métodos de recubrimiento por inmersión, rociado o brocha.

Aplicación

Preparación de la superficie: Limpie meticulosamente las superficies metálicas antes de aplicar el adhesivo. Retire los aceites protectores, aceites de corte y grasas mediante un desengrasado con solvente o una limpieza alcalina. Elimine la corrosión, las incrustaciones o el óxido mediante métodos adecuados de limpieza química o mecánica.

• Limpieza química

Los tratamientos químicos se adaptan con facilidad a las líneas automatizadas de tratamiento de metal y aplicación de adhesivo. Los tratamientos químicos también se usan en piezas metálicas que se distorsionarían con una limpieza por chorro de arena o donde deban mantenerse tolerancias muy estrictas. Un tratamiento químico usual para el acero es la fosfatación, mientras que para el aluminio normalmente se usan los recubrimientos de conversión.

• Limpieza mecánica

El chorro de arena para pulido es el método más ampliamente utilizado para la limpieza mecánica. Sin embargo, se puede usar maquinado, esmerinado o cepillado con cepillos de alambre. Use pulido

Propiedades típicas*

Apariencia	Líquido negro
Viscosidad	
cp a 25 °C (77 °F)	135-300
Brookfield LVT	
Husillo 1, 30 rpm	
segundos	45-90
Copa Zahn No. 2	
Densidad	
kg/m ³	1000.0-1100.0
(lb/gal)	(8.3-9.2)
Contenido de sólidos por peso, %	23-27
Punto de inflamación (Seta), °C (°F)	28 (83)
Solventes	xileno, perclorotileno

*Los datos son típicos y no deben utilizarse como especificaciones.

LORD
AskUsHow™

LORD: INFORMACIÓN TÉCNICA

de acero para limpiar con chocho de arena, acero, fierro forjado y otros metales ferrosos. Use óxido de aluminio, arena u otro pulido no ferroso para limpiar a chocho el acero inoxidable, el aluminio, el latón, el zinc y otros metales no ferrosos.

Si desea más detalles sobre la preparación de la superficie de sustratos específicos, consulte la guía de aplicación de Adhesivos Chemlok. Limpie las superficies metálicas con guantes limpios para evitar la contaminación con los aceites de la piel.

Permita que el imprimador seque totalmente antes de aplicar el adhesivo Chemlok 220. Si desea más detalles sobre el uso del imprimador Chemlok 205, consulte la hoja de datos del imprimador Chemlok 205.

Mezclado: Agite totalmente el adhesivo Chemlok 220 antes de aplicarlo sobre el imprimador. Agite lo suficiente durante el uso para mantener los sólidos dispersos suspendidos de manera uniforme. Use un agitador de alta velocidad con hélices o el agitador incluido con el tambor. Use una mezcladora impulsada por aire o a prueba de explosiones.

Aplicación: Aplique el adhesivo Chemlok 220 por rociado, inmersión, con brocha o mediante cualquier método que aplique una capa uniforme y que evite los escurrimientos o desgarnes excesivos. Independientemente del método de aplicación, use el siguiente espesor recomendado de la película para obtener una adhesión óptima:

Chemlok 205	5,1-10,2 micras (0,2-0,4 mil)
Chemlok 220	12,7-25,4 micras (0,5-1,0 mil)

El espesor óptimo de la película depende de la formulación del hule y del nivel de adhesión requerido.

• Brocha

Aplique toda la concentración. Las mejores uniones se obtienen con una cobertura uniforme y completa de la superficie.

• Inmersión

Use toda la concentración o diluya el adhesivo con 5-10% de xileno o tolueno por volumen, según una copa de viscosidad Zahn No. 2 de 35 a 40 segundos. El repliegue adecuado ayudará a reducir los desgarnes y los bordes que escurren.

• Rociado

Diluya el adhesivo Chemlok 220 con 25-50% de xileno o tolueno por volumen, según una copa de viscosidad Zahn No. 2 de 22 a 28 segundos. El adhesivo debe estar húmedo cuando llegue a la pieza metálica. Si se seca en el aire antes de llegar al metal, el resultado será un descolgamiento y una mala adhesión.

Secado/curado: Deje que se seque el adhesivo aplicado hasta que un examen visual de la película muestre que ya se evaporó todo el solvente. Esto tardará aproximadamente de 45 a 60 minutos a temperatura ambiente. El tiempo de secado se puede abreviar usando hornos o túneles de secado con aire caliente. Se deben usar temperaturas de secado moderadas de 65 a 80 °C (150 a 200 °F), pero se pueden usar temperaturas hasta de 149 °C (300 °F) por periodos muy cortos de tiempo. La temperatura real del metal no debe ser mayor de 82 °C (180 °F). Los mejores resultados se obtendrán con un flujo de aire máximo a temperaturas mínimas.

El adhesivo Chemlok 220 se puede usar para unir hule por compresión, transferencia, inyección u otros procedimientos de moldeo utilizados para fabricar piezas unidas por adhesión. Como en otros adhesivos Chemlok, la adhesión máxima se obtiene cuando el hule se ha curado totalmente. Las condiciones de unión ideales son cuando el adhesivo y el hule se curan al mismo tiempo. Para lograr esto, cargue el molde con las piezas metálicas recubiertas con el adhesivo y rellene rápidamente la cavidad con el hule.

Las películas secas del imprimador Chemlok 205 y del adhesivo Chemlok 220 se mantienen firmes a temperaturas de moldeo. Durante operaciones de transferencia o de moldeo por inyección, el adhesivo muestra una tendencia mínima a fragilación o al bambo. Durante la carga de múltiples cavidades, el precurado comienza con las primeras piezas metálicas cargadas. Mantenga los ciclos de carga de los moldes a un mínimo, para prevenir el precurado del adhesivo y del hule. Para reducir al mínimo el precurado del adhesivo durante el moldeo de múltiples cavidades, use tableros de

Anexo 30. Validación juicio de expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico: Mg. Jorge Caceres Trigos

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que yo: Aguirre Pacheco Arnold Milward, estudiante del programa de titulación de Ingeniería Industrial en la sede Ate, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual optare mi título universitario.

El título de la tesis de investigación es: “Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Arnold Milward Aguirre Pacheco

D.N.I: 41479798

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

“Ingeniería de métodos”

La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard

Dimensiones de la variable:

Dimensión: Métodos

Al respecto Bisquerra (2001), indicó que métodos es un procedimiento o conjunto de procedimientos que sirven de instrumento para alcanzar los fines de la investigación.

Variable Dependiente:

“Productividad”

Según Martínez (2007), La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Cumplimiento de metas

Gutiérrez (2010), Nos indica que el cumplimiento de metas precisa que tiene que ver con la eficacia con lo que se realizan las actividades realizadas en la empresa.

Dimensión 2: Optimización de recursos

Gutiérrez (2010), considera que tiene implicancia en el uso eficiente de los recursos evitando gastos indebidos en la empresa.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Ingeniería de Métodos

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción de en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard	Aplicar la Ingeniería de métodos nos sirve para incrementar la productividad y por defecto reducir el costo por unidad, logrando así que se obtenga la mayor producción de bienes para mayor número de personas.	Métodos	<p>Tiempo Estándar</p> $TE = TN * (1 + S)$ <p>TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p> <p>TAV= ((TT-TNP) / TT) * 100</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	Razón

Variable dependiente: Productividad

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable dependiente: Productividad	La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Según Martínez (2007)	La productividad es la relación obtenida entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados para alcanzar dicha producción. Los materiales son elementos que se pueden transformar y pueden ser usados para producir algo con un fin específico.	Cumplimiento de metas	Eficacia E= pulgadas diámetro fabricadas/ pulgadas diámetro programadas	Razón
			Optimización de recursos	Eficiencia E= Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro/ Tiempo programado disponible	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE METODOS							
1	DIMENSIÓN: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	$TE = TN \cdot (1 + S)$ <p>TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p>	X		X		X		
2	DIMENSION: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	$TAV = ((TT - TNP) / TT) \cdot 100$ <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	X		X		X		

	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
1	DIMENSION 1: Cumplimiento de metas	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficacia</p> <p>E = <u> Pulgadas diámetro fabricada </u> Pulgadas diámetro programadas</p>	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Optimización de recursos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficiencia</p> <p>E= <u>Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro</u> Tiempo programado disponible</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. CACERES TRIGOSO, JORGE ERNESTO DNI: 07305972
Especialidad del validador: INGENIERIA INDUSTRIAL

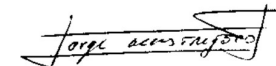
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima 20 de JULIO del 2021



CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico: Mg. Salomón Quiroz

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que yo: Aguirre Pacheco Arnold Milward, estudiante del programa de titulación de Ingeniería Industrial en la sede Ate, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual optare mi título universitario.


El título de la tesis de investigación es: “Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Arnold Milward Aguirre Pacheco

D.N.I: 41479798

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

“Ingeniería de métodos”

La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard

Dimensiones de la variable:

Dimensión: Métodos

Al respecto Bisquerra (2001), indicó que métodos es un procedimiento o conjunto de procedimientos que sirven de instrumento para alcanzar los fines de la investigación.

Variable Dependiente:

“Productividad”

Según Martínez (2007), La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Cumplimiento de metas

Gutiérrez (2010), Nos indica que el cumplimiento de metas precisa que tiene que ver con la eficacia con lo que se realizan las actividades realizadas en la empresa.

Dimensión 2: Optimización de recursos

Gutiérrez (2010), considera que tiene implicancia en el uso eficiente de los recursos evitando gastos indebidos en la empresa.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Ingeniería de Métodos

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción de en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard	Aplicar la Ingeniería de métodos nos sirve para incrementar la productividad y por defecto reducir el costo por unidad, logrando así que se obtenga la mayor producción de bienes para mayor número de personas.	Métodos	<p>Tiempo Estándar</p> $TE = TN * (1 + S)$ <p>TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p> <p>TAV= ((TT-TNP) / TT) * 100</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	Razón

Variable dependiente: Productividad

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable dependiente: Productividad	La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Según Martínez (2007)	La productividad es la relación obtenida entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados para alcanzar dicha producción. Los materiales son elementos que se pueden transformar y pueden ser usados para producir algo con un fin específico.	Cumplimiento de metas	Eficacia E= pulgadas diámetro fabricadas/ pulgadas diámetro programadas	Razón
			Optimización de recursos	Eficiencia E= Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro/ Tiempo programado disponible	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE METODOS							
1	DIMENSIÓN: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<div><div>TE=TN*(1+S)</div><div>TE= Tiempo estándar</div><div>TN= Tiempo normal</div><div>S= Suplementos</div></div>	X		X		X		
2	DIMENSION: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<div><div>TAV= ((TT-TNP) / TT) * 100</div><div>TAV= Índice de tareas que agregan valor</div><div>TT= Total de tareas</div><div>TNP= Actividades que no agregan valor</div></div>	X		X		X		

	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
1	DIMENSION 1: Cumplimiento de metas	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficacia</p> <p>E = <u>Pulgadas diámetro fabricada</u> Pulgadas diámetro programadas</p>	X		X		X		
2	DIMENSON 2: Optimización de recursos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficiencia</p> <p>E= <u>Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro</u> Tiempo programado disponible</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: QUIROZ CALLE, JOSE SALOMON DNI: 06262489 Lima, 19 de julio del 2021

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico: Mg. Marco Antonio Florián Rodríguez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que yo: Aguirre Pacheco Arnold Milward, estudiante del programa de titulación de Ingeniería Industrial en la sede Ate, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual optare mi título universitario.

El título de la tesis de investigación es: “Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, en una metalmecánica, Independencia, 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Arnold Milward Aguirre Pacheco

D.N.I: 41479798

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

“Ingeniería de métodos”

La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard

Dimensiones de la variable:

Dimensión: Métodos

Al respecto Bisquerra (2001), indicó que métodos es un procedimiento o conjunto de procedimientos que sirven de instrumento para alcanzar los fines de la investigación.

Variable Dependiente:

“Productividad”

Según Martínez (2007), La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Cumplimiento de metas

Gutiérrez (2010), Nos indica que el cumplimiento de metas precisa que tiene que ver con la eficacia con lo que se realizan las actividades realizadas en la empresa.

Dimensión 2: Optimización de recursos

Gutiérrez (2010), considera que tiene implicancia en el uso eficiente de los recursos evitando gastos indebidos en la empresa.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Ingeniería de Métodos

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Ingeniería de métodos	La ingeniería de métodos es la técnica que nos ayuda simplificar los procedimientos en la producción de en una empresa, hallar los procesos que son necesarios y cuáles innecesarios, el cómo se puede lograr aumentar la cantidad de un producto sin alterar la calidad. Según Harnold B. Maynard	Aplicar la Ingeniería de métodos nos sirve para incrementar la productividad y por defecto reducir el costo por unidad, logrando así que se obtenga la mayor producción de bienes para mayor número de personas.	Métodos	<p>Tiempo Estándar</p> $TE = TN \cdot (1 + S)$ <p>TE= Tiempo estándar TN= Tiempo normal S= Suplementos</p> <p>TAV= ((TT-TNP) / TT) * 100</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor TT= Total de tareas TNP= Actividades que no agregan valor</p>	Razón

Variable dependiente: Productividad

Matriz de operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable dependiente: Productividad	La productividad es un indicador que nos da a conocer del que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, haciendo ver además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Según Martínez (2007)	La productividad es la relación obtenida entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados para alcanzar dicha producción. Los materiales son elementos que se pueden transformar y pueden ser usados para producir algo con un fin específico.	Cumplimiento de metas	Eficacia E= pulgadas diámetro fabricadas/ pulgadas diámetro programadas	Razón
			Optimización de recursos	Eficiencia E= Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro/ Tiempo programado disponible	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	<i>VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE METODOS</i>							
1	DIMENSIÓN: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>TE=TN*(1+S)</p> <p>TE= Tiempo estándar</p> <p>TN= Tiempo normal</p> <p>S= Suplementos</p>	X		X		X		
2	DIMENSION: Métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>TAV= ((TT-TNP) / TT) * 100</p> <p>TAV= Índice de tareas que agregan valor</p> <p>TT= Total de tareas</p> <p>TNP= Actividades que no agregan valor</p>	X		X		X		

	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
1	DIMENSION 1: Cumplimiento de metas	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficacia</p> <p>E = <u>Pulgadas diámetro fabricada</u> Pulgadas diámetro programadas</p>	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Optimización de recursos	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p>Eficiencia</p> <p>E= <u>Tiempo real de fabricación de pulgada diámetro</u> Tiempo programado disponible</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: MARCO A. FLORIÁN RODRIGUEZ DNI: 18093024 Lima, 01 de AGOSTO del 2021

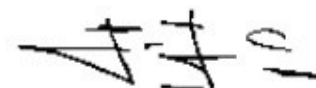
Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL - MBA

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.